1. 自然立地的要因に基づく東北タイ・コンケン周辺地域の農業適地評価と土地利用現況の比較

〔 要約 〕東北タイ・コンケン周辺地域を対象に、土壌図・地形図等の主題図を用いて自然立地的要因に基づく農業適地評価を行い、衛星データから判別される土地利用と比較することによって、土地利用の実態や適合性を面的・定量的に把握できる。

国際農林水産業研究センター・国際情報部　連絡先 0298 (38) 6304

推進会議名	国際農林水産業	専門	現象解析技術	対象	情報処理	分類	研究

〔背景・ねらい〕

東北タイ地域の農業は肥沃度の低い劣悪な土壌条件と不安定な降雨環境の基に成立している。こうした地域で持続的・安定的な農業生産を可能にするためには、土地の属性に見合った適切な土地利用体系の確立が重要となる。

そこで、コンケン市周辺地域を対象に、タイ土地開発局土壌調査部（LDD）に整備されている土壌図・地形図等の主題図を用いて自然立地的要因による農業適地評価を行い、衛星データから得られる土地利用図と比較し、土地利用の実態やその適合性を明らかにする。

〔成果の概要・特徴〕

1. 乾期・雨期各 3 シーンの LANDSAT/TM データを用いて湛水域を抽出した後、地形図から抽出した河川網を挿入して作成した季節別水資源分布図に対して、各湛水域の出現頻度と大きさを加重値とするバッファリングを行い、水資源の利用可能性を評価した。
2. LDD が定めた作物別の土壌適性基準と水資源の利用可能性評価結果を統合し、コメ・サトウキビ・キャッサバを対象とする自然立地的栽培適地評価図を作成した（図 1）。
3. 1989 年 7 月・1998 年 10 月・1999 年 3 月に観測された LANDSAT/TM をそれぞれ主成分変換し、第 1・2 主成分による最尤法分類によって土地利用図を作成した（図 2）。
4. 上記 1 ～ 3 で作成した作物別の自然立地的栽培適地評価図と土地利用図のクロス画像やそれぞれの集計結果を用いると、本対象地域の農業的土地利用の特徴は以下の通りである（表1）。

①解析対象地域（約 30 万 ha）の中で、畑作物であるサトウキビとキャッサバの栽培適地は概ね重複しており、対象地の南東丘陵地帯を中心に 13 万 ha 以上の適地が分布する。他方、コメの栽培適地は畑作物とは逆の順位分布であるが、ランク 2 以上の高位の適地は 3 万 ha 未満と少なく、天水田が多く分布する河川周辺の低地帯においてもランク 3、すなわち栽培適性が中程度の土地が多い。

②土地利用の現況は水田 9 万 ha（解析対象地域の 27.9%）、畑地 12 万 ha（同 36.1%）である。この内、ランク 2 以上に立地する割合は、水田が 14%、畑地が約 50%である。

③水田・畑地とも、栽培適地と評価された領域の約 40%は当該の土地利用が占めるが、水田の多くはかんがい地区にあり、適地に立地する天水田は非常に少ない。

〔成果の活用面・留意点〕

LDD では土壌図のディジタル化が進められており、ここで提示した手法を適用することによって、東北タイ全域について、自然立地的要因からみた農業的土地利用の適合性を面的かつ定量的に把握できる。

〔具体的データ〕

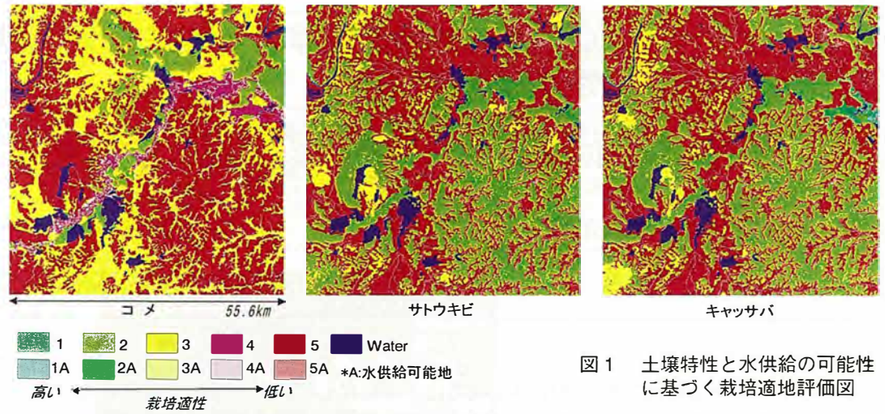


図 1　土壌特性と水供給の可能性に基づく栽培適地評価図

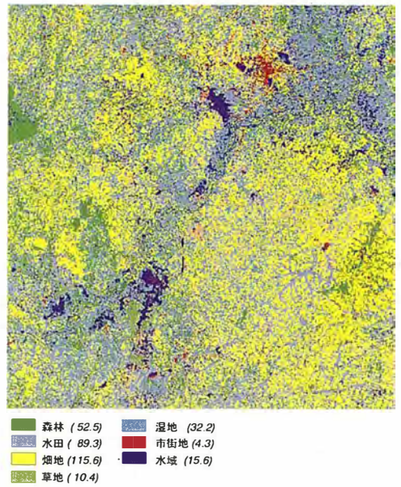


図 2　衛星データの分類による土地利用分布（面積：千 ha）

表 1　栽培適地と土地利用の適合性

		コメ	サトウキビ	キャッサバ
Rank 1 (Excellently)	A. ランク別面積 (1000ha)	0.0	0.0	3.2
	B. 当該土地利用面積(1000ha)	0.0	0.0	1.2
	C. 適合率 (B/A)	*0.00*	*0.00*	*0.39*
	D. 利用率 (B/E)	*0.00*	*0.00*	*0.01*
Rank 2 (Superiorly)	A. ランク別面積 (1000ha)	29.0	132.3	131.2
	B. 当該土地利用面積(1000ha)	12.1	55.7	55.2
	C. 適合率 (B/A)	*0.42*	*0.42*	*0.42*
	D. 利用率 (B/E)	*0.14*	*0.48*	*0.48*
Rank 3 (Moderately)	A. ランク別面積 (1000ha)	93.2	18.2	16.1
	B. 当該土地利用面積(1000ha)	33.2	6.6	5.9
	C. 適合率 (B/A)	*0.36*	*0.36*	*0.36*
	D. 利用率 (B/E)	*0.37*	*0.06*	*0.05*
Rank 4 (Poorly)	A. ランク別面積 (1000ha)	23.5	0.3	0.3
	B. 当該土地利用面積(1000ha)	6.7	0.1	0.1
	C. 適合率 (B/A)	*0.29*	*0.25*	*0.25*
	D. 利用率 (B/E)	*0.08*	*0.00*	*0.00*
Rank 5 (Unsuitably)	A. ランク別面積 (1000ha)	138.7	133.5	133.5
	B. 当該土地利用面積(1000ha)	28.6	34.3	34.3
	C. 適合率 (B/A)	*0.21*	*0.26*	*0.26*
	D. 利用率 (B/E)	*0.32*	*0.30*	*0.30*
E. 現行の土地利用面積 (1000ha)		89.3	115.6	115.6

＊適地ランクは 1 から 5 の順に適性が低い

〔その他〕

研 究 課 題：持続的農業生産のための自然立地特性の分析および評価
予 算 区 分：国際プロ〔東北タイ〕
研 究 期 間：2001 年度（1998 ～ 2001 年度）
研究担当者：山本由紀代・Somsak Sukchan（タイ土地開発局）
発表論文等：

1) 山本由紀代・Sukchan, S.（1999）：東北タイ地域における農業環境立地特性の解析・評価・日本写真測量学会平成 11 年度秋季学術講演会発表論文集，65-68.
2) 山本由紀代・Sukchan, S.（2000）：多時期衛星データを用いた東北タイ地域における塩害地の抽出．システム農学第 16 巻別号 1，52-53.
3) Yamamoto, Y. and Uchida, S. (2000): GIS studies at JIRCAS in collaboration with foreign institutes. Case study: Analysis of salinity-affected areas in Northeast Thailand. JIRCAS International Symposium Series No.8 (ISSN 1340-6108). JIRCAS, Tsukuba. 131-140.
4) 山本由紀代・Sukchan, S.（2001）：衛星データを利用した東北タイ地域の水資源評価．システム農学第 17 巻別号 1，73-74.
5) 山本由紀代・Sukchan, S.（2001）：東北タイ・コンケン市周辺の農業適地評価．システム農学第 17 巻別号 2，77-78

2. マイクロアレイを用いた高等植物の転写因子 DREB1A が制御する環境ストレス耐性遺伝子群の同定

〔 要約 〕乾燥・塩・低温ストレス耐性が向上した DREB1A 遺伝子組換えシロイヌナズナでは適合溶質合成酵素、解毒酵素、高分子の保護因子である LEA タンパク質等多様な遺伝子が複合的に機能していることが、cDNA マイクロアレイを用いる解析により明らかになる。

国際農林水産業研究センター・生物資源部	連絡先	0298 (38) 6305

推進会議名	国際農林水産業	専門	バイテク	対象	モデル植物	分類	研究

[背景・ねらい]

近年、砂漠化や土壌の塩類化等地球規模の環境劣化が深刻化している。また、世界各地で異常気象が報告されており、農業生産に大被害を及ぼしている。このため、突然の異常気象や劣悪環境下でも栽培可能な作物や環境保全に役立つ植物を開発することは、国際的に重要な課題となっている。これまでに、環境ストレス耐性の獲得に関与する転写因子の遺伝子を用いた遺伝子組換え技術により、植物に高いストレス耐性を付与できることを示した。この組換え植物中での変化を分子レベルで解析して、獲得されたストレス耐性機構を分子レベルで明らかにするとともに、遺伝子組換え技術の実用化に向けた基礎研究を行う。

[成果の内容・特徴]

1. シロイヌナズナの 1300 個または 7000 個の完全長 cDNA を用いて、cDNA マイクロアレイを作成する。
2. 野性株のシロイヌナズナと DREB1A を過剰発現したストレス耐性な遺伝子組換え植物（35S:DREB1A）より単離した RNA から、それぞれ Cy5 と Cy3 でラベルして合成した cDNA を用いて、上記 cDNA マイクロアレイとハイブリダイゼーションを行う（図 1）。
3. 1300 cDNA マイクロアレイを用いて、12 種の遺伝子が転写因子 DREB のターゲットであることが明らかになった。ノーザン法で解析すると全ての遺伝子が低温・乾燥・塩ストレスによって誘導され、さらに 35S:DREB1A 植物で高発現する。12 種の遺伝子はこれまでに明らかにされているターゲット遺伝子 6 種と今回初めて明らかになった新規の 6 種の遺伝子である（図 2）。
4. これらの遺伝子のプロモーター領域を検索すると、配列が不明な 1 種の遺伝子を除き、11 種の遺伝子に転写因子 DREB の結合配列である DRE 配列が存在している。
5. 7000 cDNA マイクロアレイを用いて解析すると、さらに 30 種の遺伝子がターゲットとなっている。これらの遺伝子群にはシャペロン、LEA タンパク質、膜輸送タンパク質、転写因子、リン脂質代謝系酵素、解毒酵素等のストレス耐性遺伝子が含まれており、複合的に耐性獲得のために機能している。
6. DREB 遺伝子組換え体中では本来植物中でストレス耐性獲得のために働いている遺伝子群が効率よく働くよう変化するため、強い耐性が付与される。

[成果の活用面・留意点]

植物の遺伝子を用いた遺伝子組換え技術によって開発される作物の安全性は、バクテリア等の他生物の遺伝子を用いた場合に比較して高いと考えられる。

[具体的データ]

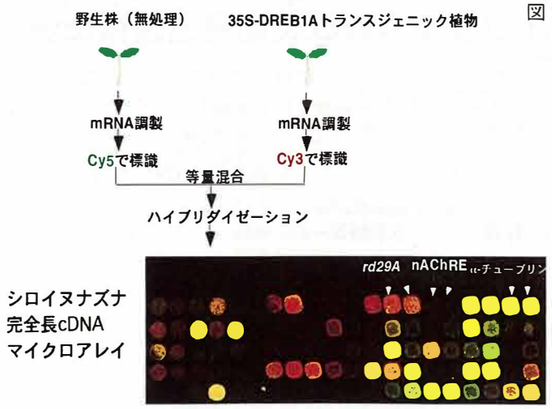
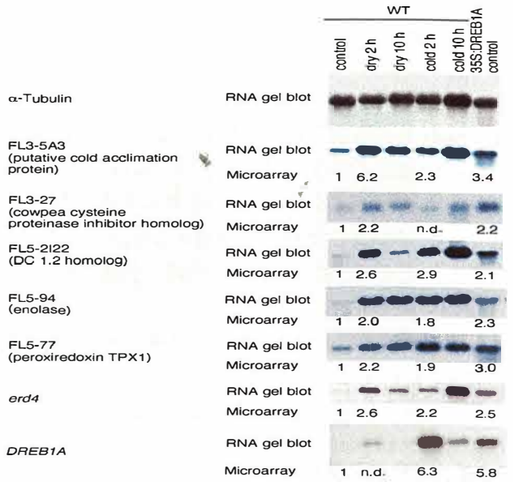


図 1　cDNA マイクロアレイを用いた転写因子 DREB1A によって発現が制御される遺伝子の探索。

図 2　マイクロアレイ法で同定された DREB1A のターゲット遺伝子を用いて、ノーザン法で発現の解析を行い、実際に DREB1A の過剰発現によって発現が誘導されていることを確かめた。新規に同定された 6 種のターゲット遺伝子は、全て乾燥と低温ストレスで誘導された（dry2h, dry10h, cold2h, cold10h）。また、35S:DREB1A 遺伝子組換え体で高発現している（35S:DREB1A control）。数値はマイクロアレイ解析で得られた誘導倍率を示す。



[その他]

研究課題名：マイクロアレイを用いた高等植物の転写因子 DREB1A が制御する環境ストレス耐性遺伝子群の同定
予 算 区 分：技会プロ〔形態生理〕
研 究 期 間：2001 年度（1998 ～ 2003 年度）
研究担当者：篠崎和子・春日美江・圓山恭之進・安部洋・関原明・篠崎一雄
発表論文等：

1) Seki, M., Narusaka, M., Abe, H., Kasuga, M., Yamaguchi-Shinozaki, K., Carninci, P., Hayashizaki, Y. and Shinozaki, K. (2001)：Monitoring the expression pattern of 1300 Arabidopsis genes under drought and cold stresses by using a full-length cDNA microarray. The Plant Cell 13 (1), 61-72.

2) Seki, M., Narusaka, M., Yamaguchi-Shinozaki, K., Carninci, P., Kawai, J., Hayashizaki, Y. and Shinozaki, K. (2001)：*Arabidopsis* encyclopedia using full-length cDNAs and its application. Plant Physiology and Biochemistry, 39; 211-220.

3) Shinozaki K. and Yamaguchi-Shinozaki K. (2000)：Molecular responses to dehydration and low temperature: differences and cross-talk between two stress signaling pathways. Current Opinion in Plant Biology, 3; 217-223.

特許第 3178672 号：環境ストレス耐性植物
特許第 3183458 号：植物の転写因子をコードする遺伝子

3. ダイズリポキシゲナーゼアイソザイムの改良簡易迅速検出法

〔 要約 〕青臭み因子であるダイズリポキシゲナーゼアイソザイムの脱色反応利用選抜法を改良することによって、微量の同一検定試料と微量の検出溶液を用い、L-3 検定後、L-1 検定を続けて行い、全有、L-3 欠失、L-1・L-2 二重欠失および完全欠失個体を簡易、迅速に検出することが可能となる。

国際農林水産業研究センター・生物資源部　連絡先　0298 (38) 6305

推進会議名	国際農林水産業	専門	育種	対象	だいず	分類	研究

[背景・ねらい]

ダイズリポキシゲナーゼは、3 つのアイソザイム（L-1、L-2、L-3）からなり、大豆製品の豆臭や青臭み発生の原因となっている。この不快臭は、南米諸国における食用としての消費を制限している大きな要因の一つであることから、同地域での需要拡大にとって本酵素欠失大豆品種の育成が望まれている。本酵素欠失育種において、多検体を効率的に選抜する必要があるが、これまでに報告されてきた検出手法は煩雑な操作や時間を要する問題を抱えている。ここでは、Suda ら（1995）の脱色反応利用選抜法を改良し、本酵素の簡易迅速選抜法を開発する。

[成果の内容・特徴]

1. Suda らの方法で用いられている L-3 検出溶液の緩衝液濃度を半分にし、緩衝能を弱めることによって、Suda らの方法とは違い、同一試料を使用して L-3 検定後、L-1 検定を続けて行うことが可能となり、準備する検定試料の量も半分となる（表 1、図 1）。
2. Suda らによる試験管を利用する方法とは違い、血液検査用などに用いられる白色トレーを使用することによって、呈色度合いが明確に判別され、各検出溶液の適用が微量（1 試料当たり 250 μl）となる（表 1、図 1）。
3. 本改良法によって、リポキシゲナーゼ完全欠失大豆と普通大豆との交雑後代を検定する際、全有、L-3 欠失、L-1・L-2 二重欠失および完全欠失個体を無色、黄色、青色および緑色の呈色で各々簡易、迅速に検出することが可能となる（図 1、図 2）。

[成果の活用面・留意点]

1. 本改良法は、リポキシゲナーゼ完全欠失大豆を用いた交配育種を効率的に進めるための選抜法となる。
2. L-1 および L-2 生産支配遺伝子座間には非常に強い連鎖関係が存在するため、本交雑後代の検定の際、Suda らの方法で用いられている L-2 検定を省略することができる。

[具体的データ]

表 1　ダイズリポキシゲナーゼアイソザイム検定のための須田ら（1995）の脱色反応利用選抜法と本改良法の比較

	須田らの方法	改良法
L-3検定用(1試料当たり):		
検定試料	2.5mg	2.5mg
L-2抽出液	0.5ml	10μl
L-3検出溶液	2.0ml	250μl
組成) 0.2M リン酸Na緩衝液 (pH6.6)	25.0ml	12.5ml
10mM リノール酸溶液	5.0ml	5.0ml
蒸留水	5.0ml	17.5ml
β-カロチン飽和溶液	5.0ml	5.0ml
L-1検定用(1試料当たり):		
検定試料	2.5mg	不要
蒸留水	0.5ml	不要
L-1検出溶液	2.0ml	250μl
組成) 0.2M ホウ酸Na緩衝液 (pH9.0)	25.0ml	25.0ml
10mMリノール酸溶液	5.0ml	5.0ml
蒸留水	5.0ml	5.0ml
100mM メチレンブルー溶液	5.0ml	5.0ml

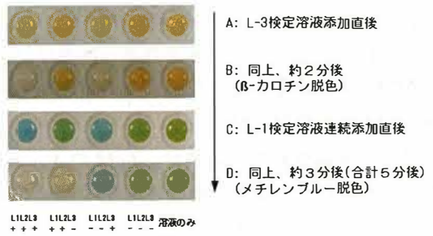


図 1　ダイズリポキシゲナーゼアイソザイムの 4 表現型の検定試料を用いた本改良法による脱色反応経過

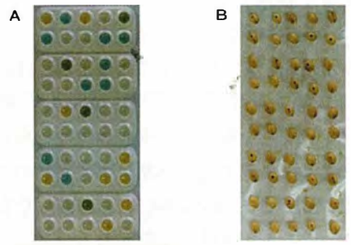


図 2　本改良法によるリポキシゲナーゼ全欠失大豆と普通大豆の交雑 F_2 種子分析結果

A：分析結果（無色：全有、黄色：L-3 欠失、青色：L-1・L-2 欠、緑色：全欠）
B：分析トレーに対応して並べられた検定種子（印を付けて選抜）

[その他]

研究課題名：大豆種子成分の遺伝的改良技術の開発
予 算 区 分：国際プロ〔南米大豆〕
研 究 期 間：2001 年度（1998 ～ 2001 年度）
研究担当者：菊池彰夫
発表論文等：

Kikuchi, A. ,Bordignon J. R.,Mandarino J. M.G.and Carr ão-PanizziM.C. (l999)：Método simples e rápido para identificaçáo das isoenzimas (L-l, L-2, L-3) de lipoxigenase em sementes de soja. Congresso Brasileiro de Soja (Supplement), p.463 (in Portuguese).

参 考 文 献：Suda et. al. (1995) J. Agric. Food Chem. 43 (3) 742-747.

4. 分子マーカーを利用した小麦赤さび病抵抗性遺伝子 *Lr34* 及び *Lr46* の効率的な選抜法

〔 要約 〕小麦の倍加半数体系統群において、育種に広く利用されている赤さび病抵抗性遺伝子 *Lr34* 及び *Lr46* に連鎖するマイクロサテライト（SSR）マーカーを組み合わせることにより、両遺伝子を識別して赤さび病に対する抵抗性の効果を明らかにでき、赤さび病抵抗性系統を効率的に選抜できる。

国際農林水産業研究センター・生物資源部　連絡先　0298 (38) 6305

推進会議名	国際農林水産業	専門	育種	対象	小麦	分類	研究

［背景・ねらい］

小麦の赤さび病は世界的に重要な病害であり、開発途上地域における小麦の持続的生産にとって耐病性品種の育成は不可欠である。広く利用されている抵抗性遺伝子 *Lr34* や *Lr46* 等は病原菌のレースに対する特異性がないために各遺伝子の同定が容易ではなく、さらに環境によって抵抗性評価が左右され易いため抵抗性育種に困難を伴う。そこで個々の抵抗性遺伝子に連鎖する分子マーカーを見出し選抜の指標とすることで、抵抗性遺伝子型の同定と遺伝子集積の効率化を図る。

［成果の内容・特徴］

1. 国際トウモロコシ・コムギ改良センターにおける平成12年及び13年の赤さび病検定データをComposite Interval Mapping 法で解析すると、1B 染色体長腕端部及び 7D 染色体短腕上にオリゴカーム及びフクホコムギ由来で寄与率がそれぞれ約 26%及び 40%の 2 つの QTL が検出される。染色体上の位置から、これらは既報の圃場抵抗性型（slow rusting）遺伝子の *Lr46* と *Lr34* と推察される（図 1)。
2. 2 つの QTL に最も近い SSR マーカーの遺伝子型に基づく罹病性程度の差異は、*Lr34* の *Xgwm295* では 40.1%で *Lr46* の *Xwmc44* では 25.5%である。双方を組み合わせた場合、罹病性程度の差は 61.6%であり、マーカーを利用して抵抗性を大きく向上することができる。(表 1)。
3. これらのマーカーを用いて抵抗性系統を選抜した場合、全集団平均の 31.2%より約 20%抵抗性の高い系統（平均 11.3%）を選抜できる。表現型では判別できない *Lr46* と *Lr34* の双方を持つ系統を選抜することも可能である（図 2)。

［成果の活用面・留意点］

1. 小麦の赤さび病抵抗性育種現場で、*Lr34* 及び *Lr46* 遺伝子を集積した抵抗性系統を効率的に選抜できる。
2. マーカーを用いて *Lr34* 及び *Lr46* 遺伝子を識別できるため、個々の系統の持つ赤さび病抵抗性遺伝子が同定できる。
3. *Xgwm295* は多型の頻度が高いため多くの両親組み合わせに適応可能であるが、*Xwmc44* はその適応範囲についてさらに検討を要する。
4. 今回解析に用いたデータの調査時点では罹病性程度に関して *Lr34* の存在下で *Lr46* の効果は見られなかった。しかし、成熟後期や異なる環境下では複数の抵抗性遺伝子を有する方が高度な抵抗性が得られる。

［具体的データ］

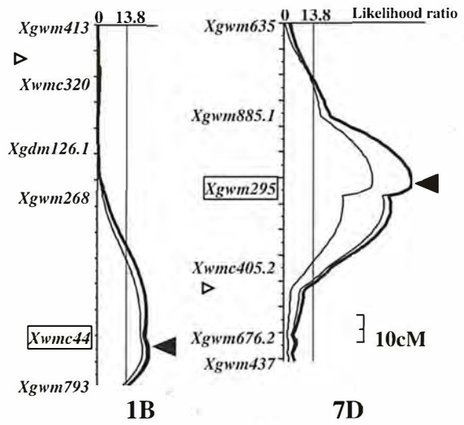


図 1　1B 長腕端部及び 7D 短腕に検出された赤さび病抵抗性に関与する 2 つの QTL
白三角及び黒三角はそれぞれ動原体及び QTL の位置を示す。
太い線は 2ヵ年のデータを同時に解析した結果を示す。
Likelihood Ratio=13.8 は LOD スコア =3.0 (α=0.042) に相当する。

表 1　マーカーの遺伝子型による赤さび病罹病性程度の違い

マーカー	遺伝子型	2年平均罹病性程度	
Xgwm295	フクホコムギ	11.9	
(7DS)	オリゴカーム	52.1	
	差	-40.1	
Xwmc44	フクホコムギ	44.9	
(1BL)	オリゴカーム	19.5	
	差	25.5	
Xgwm295/	フクホ/オリゴ	11.3	a*1
Xwmc 44	フクホ/フクホ	12.5	a
	オリゴ/オリゴ	30.2	b
	オリゴ/フクホ	73.0	c

*1: 異なる文字は有意差（P ＜ 0.05）があることを示す。

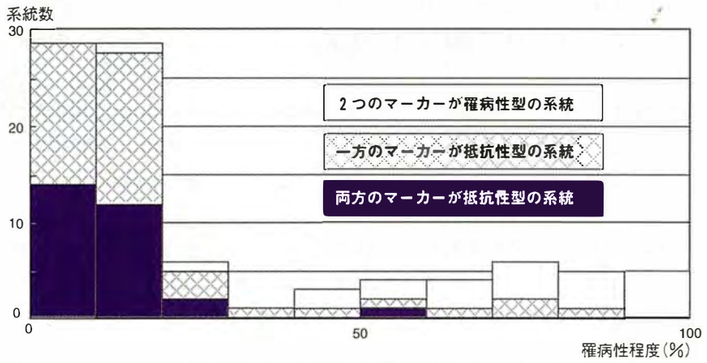


図 2　マーカーの遺伝子型に基づいて分類した集団の罹病性程度の頻度分布

［その他］

研究課題名：DNA マーカーと半数体育種法を利用した効率的な耐病性選抜法の確立と高度耐病性小麦の育成
予 算 区 分：経常、法人プロ〔育種法〕
研 究 期 間：2001 年度（1997 ～ 2001 年度）
研究担当者：末永一博、坂智広
発表論文等：Suenaga, K., Singh, R.A., Huerta-Espino, J., William, M. Association of SSR markers with *Lr34* and other quantitative trait loci for leaf rust and stripe rust resistance in bread wheat.（投稿準備中）

5. 東北タイ砂質土壌での硬盤層破壊による土壌保全と作物根域拡大

〔 要約 〕東北タイの砂質土壌畑作地帯における主要作物のサトウキビ圃場では、大型トラクタによる頻繁な耕起によって一般に硬盤層が形成される。この硬盤層の一部をサブソイル耕で破壊すると、雨期中の透水性が向上するため土壌流亡が軽減され、土壌深部への根系の発達が促される。

国際農林水産業研究センター・生産環境部　連絡先　0298 (38) 6306

推進会議名	国際農林水産業	専門	栽培	対象	畑作	分類	研究

〔背景・ねらい〕

東北タイの砂質土壌地帯では、サトウキビ生産の拡大に伴って大型農業機械の導入が進み、頻繁な機械耕起により硬盤層が形成され、作物の浅根化のため不規則な降雨の影響の増大や土壌流亡の激化等が問題化している。本研究では、各種の耕起法間で土壌流亡や作物の生育収量等を比較することにより、東北タイに好適な耕起体系の提示を行うことを目的とする。

〔成果の内容・特徴〕

1. 東北タイの砂質土壌地帯では、サトウキビの株出し栽培回数が 1 回程度と少なく、株出し栽培終了年の約 6ヶ月の無作付け期間には、残さ処理、雑草防除、土壌水分保持および植え付け準備を目的に 4 ～ 5 回、極端な場合には 9 回もの耕起が行われる（表 1)。
2. 大型トラクタによる耕起が行われる圃場の 20-40cm 深の層には、仮比重が 1.7 を上回る緻密な硬盤層が存在する（図 1)。
3. 硬盤層破壊を目的としたサブソイル耕によって透水性が改善される。各耕起処理共通にハロー耕により均平化を行ったにもかかわらず、雨期終了時にはモールドボード耕およびディスクプラウ耕で土壌の表面流去による凹凸が著しく、一方、サブソイル耕では軽微である（表 2)。
4. サブソイル耕によって小雨年の雨期作トウモロコシは増収する（表 3)。サトウキビでは発芽や根系の下層への発達が促進され（図 2)、茎収量についてもディスクプラウ耕（慣行）に比べ増収する傾向にある（表 4)。

〔成果の活用面・留意点〕

東北タイ畑作で進行しているサトウキビの機械化栽培における硬盤層形成の問題の解決方向として参考となる。

〔具体的データ〕

表 1　サトウキビ株出し終了年無作付期間中の耕起回数

		耕起回数						
		3	4	5	6	7	8	9
乾期作グループ	一般農家	11	32	35	6	3	0	0
(砂質土壌地帯)	大規模農家	0	0	0	0	0	1	1
雨期作グループ	一般農家	11	5	0	0	0	0	0
(粘土質土壌地帯)	合計	22	37	35	6	3	1	1

注）本データは、東北タイの主要サトウキビ地帯の114戸の農家での聞き取り調査に基づく。

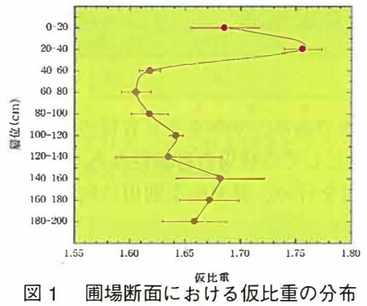


図 1　圃場断面における仮比重の分布

表 2　雨期作終了時の土壌表面の凹凸の程度（裸地条件）

処理	深さ* 平均値 (cm)	深さ* 標準偏差
サブソイル耕	12.50	4.00
モールドボード耕	21.00	6.60
ディスクプラウ耕	18.50	6.50

注１）土壌表面の凹凸は、圃場を25cm間隔の格子の交点の高さを測定して行った。深さは、各区の最高点からの距離を示す。
注２）耕起処理後、各区共通にハロー耕による均平化を行った。

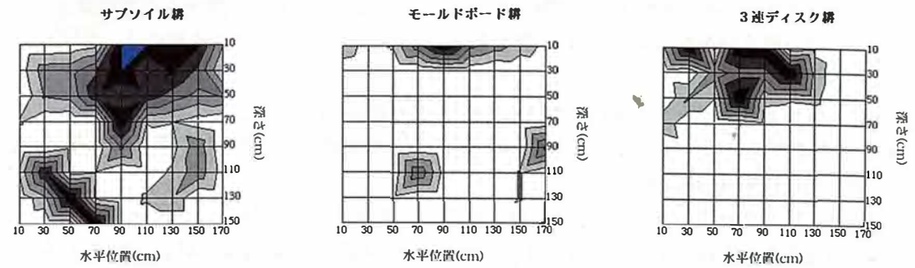


図 2　耕起法がサトウキビの根系分布に及ぼす影響

注１）図中の色は、濃いほど高い根密度（F.W./100ml)を示す。
注２）サトウキビの植え付けは2000年10月25日に実施、根系分布の調査は、2001年6月上旬に行った。

表 3　耕起法が雨期作トウモロコシの収量に及ぼす影響

	2000年 茎葉	2000年 雌穂重	2000年 全重	2001年 茎葉	2001年 雌穂重	2001年 全重
			-t/ha-			
サブソイル耕	2.59	3.43	5.82	3.29	3.12	6.41
ディスクプラウ耕	2.60	3.23	5.82	2.46	2.20	4.66
モールドボード耕	2.54	2.83	5.36	2.92	2.70	5.62
l.s.d.(0.05)	*n.s.*	*0.50*	*n.s.*	*0.59*	*0.81*	*1.24*

注）年間降水量およびトウモロコシ播種前後２ヶ月間の降水量は、2000年が1660.7mmおよび531.2mm、2001年が1264.6mmおよび344.0mmであった。

表 4　耕起法がサトウキビ収量に及ぼす影響

	草高 (cm)	茎数 (/m)	茎径 (mm)	茎収量 (t/ha)
サブソイル耕	323	5.1	31.5	96.3
ディスクプラウ耕	309	5.0	30.8	91.8
モールドボード耕	320	5.1	32.2	92.7
l.s.d.(0.05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

［その他］

研 究 課 題：東北タイにおける耕畜結合高度化のための畑作付体系の策定
予 算 区 分：国際プロ〔東北タイ〕
研 究 期 間：2001 年度（1999 ～ 2001 年度）
研究担当者：松尾和之・Chairoj W.（コンケン畑作物研究センター）・屋代幹雄（東北農研）
発表論文等：Matsuo, K., Chairoj W. and Yashiro M.: Alternative tillage system for soil conservation and enhancement of upland crop growth. 17th World Congress of Soil Science.（発表予定）

6. エリアンサス属植物の飼料作物育種素材としての生育特性

〔 要約 〕エリアンサスは耐湿性が高く、深い層にまで達する根系により乾期の下層土壌水の利用が可能となり、植え付け 2 年目にはネピアグラスに匹敵する乾物生産能を示す。特に低窒素施肥条件や土壌 pH が低い条件で生育が優れる傾向にある。

国際農林水産業研究センター・生産環境部　連絡先 0298 (38) 6306

推進会議名	国際農林水産業	専門	栽培	対象	畑作	分類	研究

[背景・ねらい]

エリアンサス（*Erianthus spp*）はタイ国内に自生するイネ科植物であり、サトウキビ育種の遺伝資源として注目されている。また乾期でも生育可能なことから、粗飼料としての利用の可能性もある。そこで、生理生態的特性と家畜糞施用条件での乾物生産能力について検討を行い、将来的な利用に向けた基礎的情報とする。

[成果の内容・特徴]

1. エリアンサスは、硬盤層の存在や下層土での湛水条件にもかかわらず強勢な根を発達させ、ネピアグラスより深い根系分布を示す（図 1）。湛水条件で生育したエリアンサスの根には、発達した通気組織が観察される（図 2）。
2. 低位畑作地帯（コラート土壌）における乾期中の土壌 pF の上昇は、裸地条件では緩やかであり（図 3a）、またエリアンサス群落内でも 100cm を超えるような層には乾期末にも圃場容水量（pF2.5）以下の土壌水が存在する（図 3b）。
3. エリアンサスは初期生育が遅く、植え付け初年目の乾物収量は、現地の一般的な栽培牧草であるネピアグラスを大きく下回るが、2 年目にはネピアグラスに匹敵する最大乾物収量（30t/ha）を示す。特に低窒素条件や土壌 pH が低い条件では、ネピアグラスの収量を上回る傾向にある（図 4）。
4. 家畜糞から放出される窒素は、1 年生のトウモロコシよりも多回収穫される多年生のネピアグラスやエリアンサスで有効に吸収され、家畜糞は酸性土壌での土壌 pH の矯正に有効である（図 4）。

[成果の活用面・留意点]

エリアンサスが雨期の過湿と乾期の乾燥という気象条件や、脊薄で酸度の高い土壌条件に優れた適応力を有することが明らかにされ、新飼料作物の作出をねらったサトウキビとの属間交雑育種に活用できる。エリアンサスの飼料化については、葉の鋸歯による収穫作業の困難性や栄養評価等の問題が残されている。

[具体的データ]

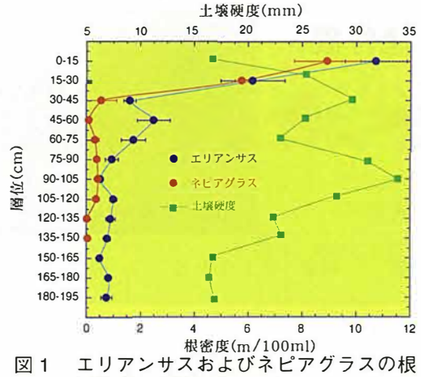


図 1　エリアンサスおよびネピアグラスの根系分布と土壌硬度

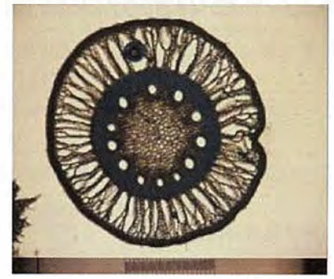


図 2　湛水条件で生育したエリアンサスの根の断面

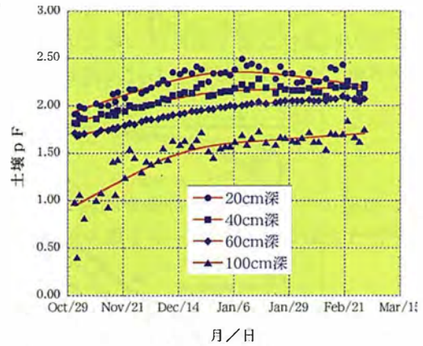


図 3a　乾期・裸地条件における土壌 pF の推移

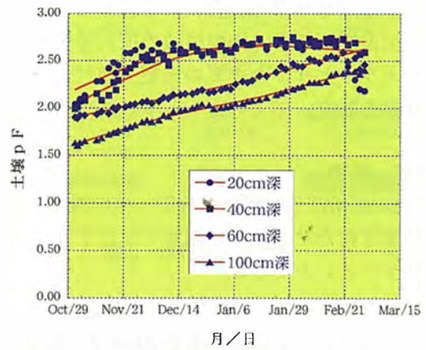


図 3b　乾期・エリアンサス群落内での土壌 pF の推移

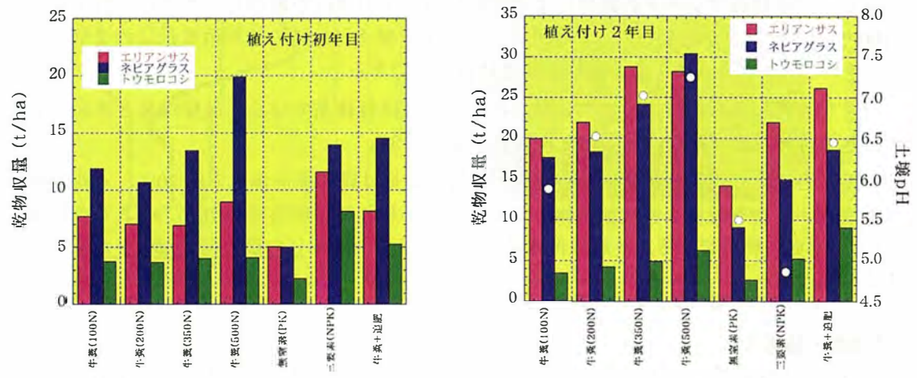


図 4　各種施肥条件での乾物収量

注 1）牛糞施用区は所定量（窒素換算kgN/ha）の乾燥牛糞を雨期前に基肥施用、無窒素区はP_2O_5および K Oをそれぞれ150 kg/ha、基肥施用。三要素区は、N, P_2O_5およびK_2Oをそれぞれ150 kg/ha、基肥施用。牛糞＋追肥区は、牛糞（200 kgN/ha）を基肥施用、硫安(80 kgN/ha）をトウモロコシ播種 1 ヶ月後に追肥した。

注 2）植え付け 2 年目の図中の白○は、土壌pHを表す。

[その他]

研 究 課 題：東北タイにおける耕畜結合高度化のための畑作付体系の策定
予 算 区 分：国際プロ〔東北タイ〕
研 究 期 間：2001 年度（1999 ～ 2001 年度）
研究担当者：松尾和之・松本成夫・Taweesak C.（コンケン家畜栄養研究センター）
発表論文等：(投稿準備中)

7. サトウキビの部分深耕同時施肥・植付機

〔 要約 〕東北タイの砂質土壌におけるサトウキビ栽培における低コスト・省エネルギー化を図るために、サブソイラーと施肥・植付機を結合した部分深耕同時施肥・植付機を開発した。これにより、サトウキビの耕起から植付けまでの作業工程を簡略化でき、耕起・植付作業の燃料消費量・作業時間を削減できる。

東北農業研究センター・野菜花き部・野菜花き作業技術研究室　連絡先 019 (641) 7136

推進会議名	国際農林水産業	専門	機械・作業	対象	サトウキビ	分類	国際

［背景・ねらい］

東北タイの砂質土壌地帯では、サトウキビ生産の拡大に伴って大型農業機械の導入が進み、作物の浅根化や土壌流亡の激化等を招く硬盤層の存在が問題化している。また、サトウキビ作においては多くの作業機を用いる現栽培体系の改善による低コスト化が求められている。そこで、硬盤層の破壊、透水性の改善・表土流出抑制効果、作物根域の拡大等を通して畑作物の収量性改善や耐乾性の増大等の効果を有するサブソイル耕とサトウキビの施肥・植付作業とを結合させ、サトウキビ作における耕起・植付け作業体系の改善を図る。

［成果の内容・特徴］

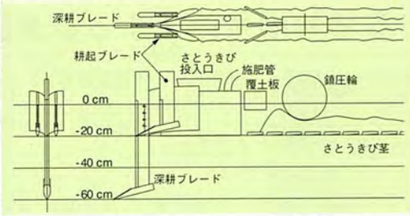
1. 「サトウキビ用部分深耕同時施肥・植付機」（図 1）は、市販のサトウキビ植付機を改良し、サブソイリング効果を持たせるための深耕ブレード及び部分耕を行うための耕起ブレードを取り付けたトラクタ用アタッチメントである。
2. 本機での作業により、深耕ブレードの通過した中央深耕部は深さ 60cm 程度まで、またその周囲の部分耕部は耕起ブレードにより深さ 20cm まで膨軟にすることができ、深耕した直上に施肥・サトウキビ茎の植付を行える（図 2）。
3. 深耕ブレードや耕起ブレードの取付によって植付機の牽引抵抗が増加し、本機を牽引するためには 80 ～ 100PS のトラクタが必要となる。また、それにより植え付け時の燃料消費量は約 2 倍程度増加するが、3 連ディスクプラウによる耕起作業時とほぼ同等である。
4. サトウキビの耕起から植付けまでの作業工程は、耕起植付体系では心土破砕作業と耕起作業の一部を、不耕起植付体系では耕起作業全体を省略できる（図 3）。

本機を用いることにより慣行機械化体系に比べ、燃料消費量は耕起植付体系で約 20%、不耕起植付体系で約 70%削減され、作業時間も耕起植付体系で約 25%、不耕起植付体系で約 70%、それぞれ短縮される（図 4）。また、本機の利用による不耕起植付体系においてはサトウキビの根の発達が促され乾期の生存率が向上する傾向にある。

［成果の活用面・留意点］

東北タイの砂質土壌地帯におけるサトウキビの低コスト・省エネルギー的耕起・植付体系モデルとして活用できる。サトウキビの生育・収量に及ぼす影響を評価する必要がある。なお、本機は東北タイと同様な砂質土壌地帯におけるサトウキビ作にも適用できる。

［具体的データ］



全長	2100 mm
全幅	1600 mm
全高	2470 mm
全重	800 kg
溝切り深	200 mm
ｻﾌﾞｿｲﾙ深	600 mm
植付深	200 mm
所要馬力	80～100 PS

図 1　試作した部分深耕同時施肥・植付機の概要

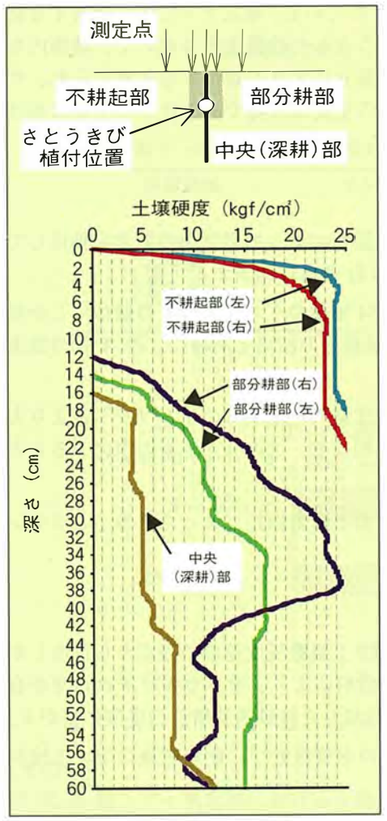


図 2　植付後の土壌硬度

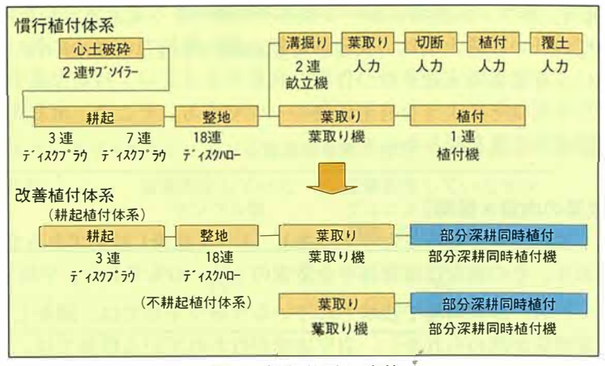


図 3　慣行体系と改善

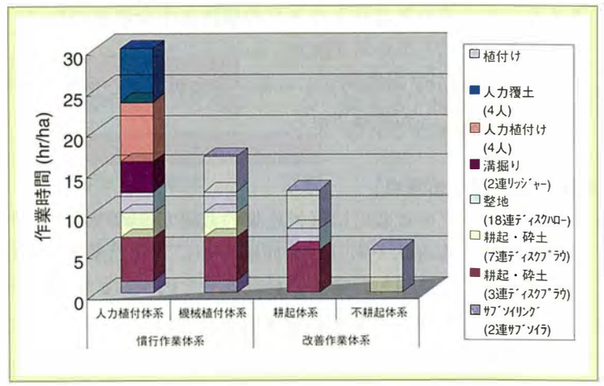


図 4　作業体系別作業時間（時間 /ha）

［その他］

研 究 課 題：東北タイにおける耕畜結合高度化のための畑作付体系の策定
予 算 区 分：国際プロ〔東北タイ〕
研 究 期 間：2001 年度（2000 ～ 2001 年度）
研究担当者：屋代幹雄（農研機構）・松尾和之・Chairoj Wongwiwatchai（コンケン畑作物研究センター）
発表論文等：（投稿準備中）

8. サトウキビにおける植物内生菌による窒素固定

〔 要約 〕タイで栽培されているサトウキビは、植物体中全窒素の約 2 ～ 3 割の窒素を窒素固定によって獲得することができる。

国際農林水産業研究センター・生産環境部、タイ農業局　連絡先 0298 (38) 6306

推進会議名	国際農林水産業	専門	土壌肥料	対象	サトウキビ	分類	研究

［背景・ねらい］

近年、非マメ科植物において植物内生菌による窒素固定が報告されている。東北タイに広く分布する肥沃度の低い砂質土壌は、養分供給能と養分保持力が極めて低い。こうした砂質土壌において、植物内生菌による窒素固定能を持つ作物を利用することは、持続型農業の確立に大きく寄与すると考えられ、サトウキビはそのような有用作物の一つである。そこで、東北タイの主要畑作物であるサトウキビにおける窒素固定量を明らかにする。

［成果の内容・特徴］

1. 試験圃場で栽培したサトウキビ（3 ～ 4 品種）はいずれも窒素固定によって空気中の窒素を獲得しており、その割合は植物体中全窒素の 15 ～ 40%であり、平均では約 30%に相当する（図 1）。
2. 一方、農家圃場で栽培されているサトウキビでは、調査した 54 個体のうち 3 分の 1 の個体でしか窒素固定が認められない。窒素固定が行われている個体では、試験圃場の結果と同様に、約 3 割の窒素が窒素固定によって獲得されている（表 1）。
3. 砂耕ポット試験では、サトウキビの窒素のアウトプット量が化学肥料や雨からのインプット量より大きくなった。その差はサトウキビの植物体中全窒素の約 21%に相当し、この分が窒素固定によるものであることを示している（図2）。
4. 以上の結果から、タイのサトウキビは植物体中全窒素の 2 ～ 3 割を窒素固定によって獲得するポテンシャルがあることが推察される。

［成果の活用面・留意点］

1. 現地のサトウキビ栽培は機械化集約栽培が進められ、資源管理、土壌肥沃度管理の観点から見直しが求められている現状であり、今回明らかにされた窒素固定能の活用により、サトウキビそれ自身が有する能力をより活用し、窒素肥料投入量を削減し、環境負荷を低減した持続的栽培法の提案に繋がる。
2. 農家圃場でもサトウキビの窒素固定能を高く発揮させるための水管理並びに肥培管理に関する検討が必要である。

［具体的データ］

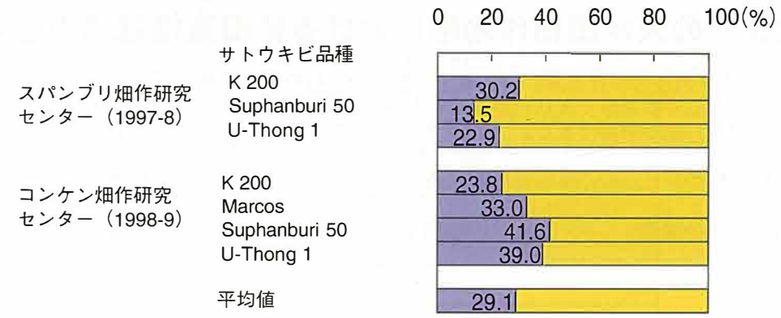


図 1　試験圃場で栽培したサトウキビ品種における窒素固定寄与率 (%)

表 1　タイの農家圃場で栽培されているサトウキビにおける窒素寄与率の推定（1997-8）

採取地域	サンプル数	窒素固定していたサンプル数	窒素固定していたサンプルにおける窒素固定寄与率の平均値（%）
中央タイ	21	7	28
東北タイ	33	11	35
合計	54	19	32

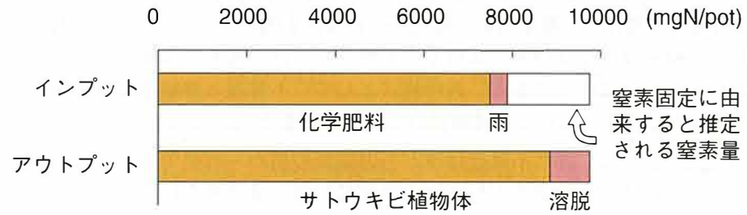


図 2　サトウキビの窒素収支（1998）
コンケン畑作研究センターにおける砂耕ポット試験

［その他］

研 究 課 題：タイ東北部における生物的窒素固定を活用した持続的農業技術の開発
予 算 区 分：国際プロ〔東北タイ〕・パイオニア特研〔植物体内細菌〕
研 究 期 間：2001 年度（1997 ～ 2001 年度）
研究担当者：安藤象太郎、松本成夫、Sompong Meunchang・Praphan Prasertsak・Srisuda Thippayarugs（タイ農業局）、大脇良成（中央農研）
発表論文等：Ando, S., Meunchang, S., Prasertsak, P., Thippayarugs, S., Matsumoto, N. and Yoneyama, T. (2001) : Natural ^{15}N abundance of sugarcane, cassava and pineapple in Thailand: possible input of nitrogen by N_2 fixation in sugarcane and pineapple. Proceedings of the 6th Symposium of the International Society of Root Research, Nagoya, Japan, p.108-109.

9. 東北タイの天水田稲作地帯における乾田直播栽培の適用性

〔 要約 〕東北タイ天水田稲作地帯において、乾田直播栽培の導入が移植労力の不足と降雨の不安定性を克服する手段として効果的であり、移植稲並の収量を得ることができ、また不耕起と組み合わせることによる一層の省力化が期待できる。

国際農林水産業研究センター・生産環境部　連絡先　0298 (38) 6306

推進会議名	国際農林水産業	専門	栽培	対象	水稲	分類	国際

[背景・ねらい]

東北タイの水田面積は全国の約 55%を占め、国内のコメ生産において大きな役割を果たしている。しかし、その 9 割が灌漑できず降雨に依存する天水田であり、かつ低肥沃度砂質土壌における栽培であることから生産性が低く、また年次変動が大きい。一方では都市への人口集中化による労力不足も深刻化している。そこで、降雨の不安定性と移植労力の不足を克服する手段として有力な、乾田直播栽培技術を確立する。

[成果の内容・特徴]

1. 東北タイの低地氾濫源に位置するロエット県ツンクラロンハイ地域の過去7年間の稲作付開始時の降雨量は、年次変動が著しく大きい。移植に必要とされる累積降雨量 600mm に達する時期は 5 ～ 8 月と幅広く変動し、主力品種カオドマリの移植晩限である 8 月上旬においても用水が確保できない年が認められる（図 1)。
2. 同地域において、1998 ～ 2001 年の 4 年間、土性が異なる農家圃場 12 カ所で水稲乾田直播の実証試験を実施し、同地域に適合した雑草防除、施肥等の耕種法を明らかにした。気象条件との関係では、乾田直播した水稲の収量は、干ばつ年では用水の不便で作付けが遅れた移植稲より高く、また通常および洪水年では移植稲とほぼ同等である。栽培様式としての不耕起と耕起の差は認められず、播種法としては、散播はかんばつ年において個体間競合のために収量が低くなる傾向が認められる（表 1)。
3. 乾田直播の方式としては、特に不耕起播種が労力節減の面から有望である。駆動ディスクとドリルシーダからなる不耕起播種機の試作を行い、大規模栽培の実証試験を行った結果、周辺農家水田の移植稲並み以上の収量を得た（表 2, 図 2)。
4. 以上のことから、東北タイの天水田地帯において降雨の到来が遅れて移植用水が不足する年においては、水稲の作付けを促進する手段として乾田直播の適用性が高い。

[成果の活用面・留意点]

1. 乾田直播においては、雑草防除がとくに重要であり、雑草の種類、土壌水分状態に応じた適切な防除技術を確立する必要がある。
2. 東北タイの砂質水田土壌は地耐力が高く、また、作溝が容易であることから、不耕起播種機の適用性が高い。現地の技術水準に応じた播種機の開発と普及が期待される。

〔具体的データ〕

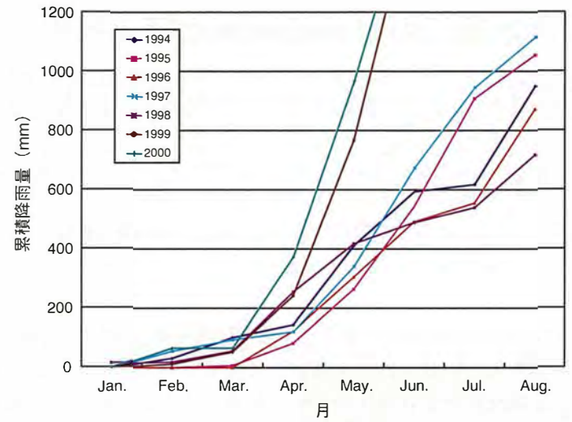


図 1　東北タイ天水田地帯における累積降雨量の年次変動（ロエット県スワナプム）

表 1　異なる栽培様式における水稲収量の年次変動　（農家圃場 12 カ所、平均収量）

栽培様式	播種法	水稲籾収量 (kg/10a) 1998（干ばつ）	1999（洪水）	2000（洪水）	2001（通常）
乾田直播					
不耕起	条　播	1373 (122)	2700 (104)	2269 (89)	2513 (107)
〃	散　播	1313 (117)	2606 (101)	2550 (100)	2500 (106)
耕　起	条　播	1463 (130)	2544 (98)	2400 (94)	2550 (109)
〃	散　播	1250 (111)	2644 (102)	2556 (100)	2581 (110)
移植栽培		1125 (100)	2588 (100)	2544 (100)	2350 (100)

注）乾田直播・不耕起：非選択性除草剤処理後播種、耕起：ディスクプラウ耕整地後播種
散播：手でバラマキ播種、条播：不耕起播種機による作溝播種、播種量 70 ～ 80kg/ha

表 2　大規模不耕起直播における水稲収量（2001）

圃場 No.	面積 (ha)	不耕起収量 (ton/ha)	近隣移植収量 (ton/ha)
1	3.19	2.54 (107)	2.37 (100)
2	3.18	2.12 (96)	2.20 (100)
3	2.96	2.13 (92)	2.32 (100)
4	3.88	2.75 (108)	2.57 (100)

注）No.1: スリン県、No.2, 3: ロエット県
No.4: マハサラカン県

図 2　不耕起直播の出芽状況（2001）

〔その他〕

研究課題名：タイ東北部における高収益水田輪作システムの開発
予 算 区 分：国際プロ〔東北タイ〕
研 究 期 間：2001 年度（1996 ～ 2001 年度）
研究担当者：椛木信幸・田村治男・ウタイ アロムラタナ（タイ農業局）・タワチャイ ナ ナガラ（〃）
発表論文等：Kabaki, N. et al (2001)：Development of a sustainable lowland cropping system in Northeast Thailand. Proceedings of "The 5th ESAFS International Conference on Rice Environment and Rice Products" May 2001, Krabi, Thailand

10. 東北タイの天水田における畦畔漏水防止技術

〔 要約 〕東北タイ天水田地帯において土壌保水力を向上させるためには、止水シートの挿入、または土壌固化剤（マグネシウム系固化材）による畦畔造成が有効であり、土壌浸食防止・漏水抑制の効果が高い。

農業工学研究所・農地整備部　連絡先 0298 (38) 7642

推進会議名	国際農林水産業	専門	農業工学	対象	水稲	分類	国際

［背景・ねらい］

東北タイの水田面積の約 9 割は灌漑施設がなく、降雨に依存する天水田である。水不足による干ばつが頻発しており、これを緩和するためには降雨を蓄積する必要がある。しかし、当地で支配的な砂質土壌は透水性が高く、また、土壌浸食を受けやすいという特徴をもち、畦畔の漏水と崩壊は稲作における大きな問題点となっている。天水田地帯の土壌の保水力を高めるために、現地に適用できる技術を開発する。

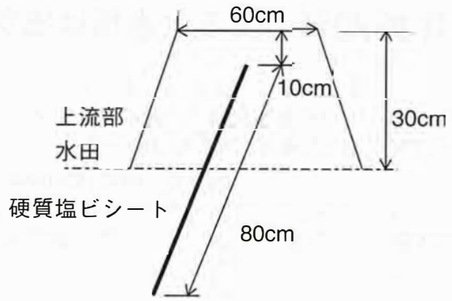
［成果の内容・特徴］

1. 東北タイ、コンケン県カオソンクワンの国際農業研修センター試験地において、2000 年 7 月に小規模水田（440m^2、外周延長）の畦畔に硬質塩化ビニル製止水シートの埋設を行った。作業手順は，①現畦畔の田面からの高さを整える，②敷設断面にあわせた掘削，③シート敷設，④埋め戻し・完成断面への成型，である（図 1）。
2. 隣接の水田（380m^2、外周延長 80m）で、マグネシウム系土壌固化材による畦畔改良を行った。作業手順は、①現畦畔の田面からの高さを整える、②畦畔表面を 10cm 削り、これに固化材を重量比で 20% 及び P_2O_5 とクエン酸を適量混和、③水分調整、④転圧成型の手順で行った（図 2）。
3. 施工後における山中式硬度計の読みは、全調査地点で 30 以上を示し、十分な固化状態と判断された。深さ 15cm まで湛水し、水位の推移を調査した結果、施工前は 24 時間で水位が 0 になる漏水田であったが、施工により湛水を長く維持することができる（図 3）。1 年後（2001 年 7 月）でも、一部でネズミあるいは雑草発生によるクラックが見られたものの、施工時の畦畔形状を維持しており、部分的な補修で漏水が防止できる。

［成果の活用面・留意点］

1. 止水シートは材質および土壌特性により漏水防止効果および耐久性が異なるので、条件に応じた選択が必要である。
2. 地盤強化等でしばしば用いられるセメント系固化剤は強アルカリであり、また破壊後は大きな塊となり産業廃棄物として問題となるが、本固化剤は弱アルカリ、廃棄時は粉状となるので土壌改良資材として農地に戻すことができることなどから、環境にやさしい工法として活用できる。

〔具体的データ〕



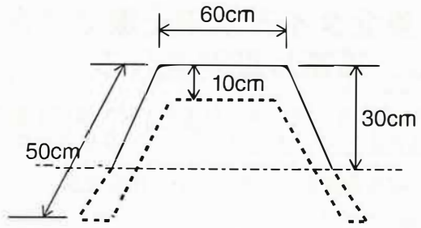


図 1　硬質塩ビシートによる改良断面

図 2　マグネシウム系固化剤による改良断面

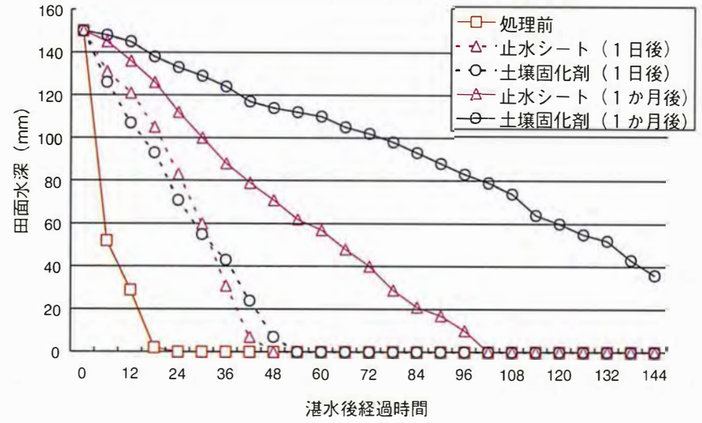


図 3　土壌固化剤混和による畦畔造成が湛水深の推移に及ぼす影響

〔その他〕

研究課題名：タイ東北部における高収益水田輪作システムの開発
予 算 区 分：国際プロ〔東北タイ〕
研 究 期 間：2001 年度（1998 ～ 2001 年度）
研究担当者：藤森新作（農工研）・小倉　力・椛木信幸
発表論文等：藤森新作（2000）：東北タイの天水田における基盤整備・水管理技術の検討。平成 12 年度農業土木学会講演会要旨集 pp. 354-355、2000 年 8 月。

11. 東北タイ天水田土壌では含水比が 20%であると水稲は出芽し、雑草は抑制される

〔 要約 〕砂質土壌の多い東北タイの天水田土壌で乾田直播を行う場合、土壌含水比が 20%であると水稲品種カオドマリ -105 の出芽には影響を与えずに、カヤツリグサ科雑草の発生を抑制できる。

九州沖縄農業研究センター・水田作研究部　連絡先 0942 (52) 0694

推進会議名	国際農林水産業	専門	雑草防除	対象	水稲	分類	国際

[背景・ねらい]

東北タイでは、持続的な農業生産システムの構築を目的として天水田条件下での水稲品種カオドマリ（Khao Dawk Mali-105）を使った乾田直播の導入が図られているが、雑草の制御が大きな問題となっている。そこで、土壌水分が主要雑草および水稲の発生に及ぼす影響を計量的に解明し、耕種的雑草防除を可能とする好適播種期の策定に資する。

[成果の内容・特徴]

東北タイ Suwanaphum の天水田土壌（Tungkularonghai Center、砂壌土、水分含有率 0.5%以下）300g/ケースに、乾燥稲籾カオドマリを 8 粒播種し、水の量を変えて 10、15、20、25、30%の土壌含水比区とすると、次のようになる。

1. 稲は含水比 20%以上の土壌では播種 4 日後から、15%、10%ではそれぞれ 5、6 日後から出芽し、20%以上では 25%で最も早く出芽する。播種 7 日後には、含水比 20%以上では 84%以上出芽し、15%、10%の条件と明らかに異なる（図 1）。播種 6 日後における平均葉齢は含水比 25%で最も進んでおり、20%でもこれと同等となり出芽後の生育も早い（表 1）。
2. コゴメガヤツリ（図 2）を主体とするカヤツリグサ科雑草は、含水比 25%、30%の土壌では播種 3 日後から発生し、20%、15%と 10%ではそれぞれ 5, 6 日後から発生する。播種 7 日後の雑草発生数は含水比 25%、30%での約 95 本／ケースに対して、20%では 46 本、15%では 21 本／ケースと著しく減少する（図 3）。
3. 以上のことから、土壌含水比 20%では稲の出芽に影響せずにカヤツリグサ科雑草の発生を抑制できる。

[成果の活用面・留意点]

1. 東北タイ天水田地帯での乾田直播播種期での耕種的雑草防除技術の素材となる。
2. イヌビエなどイネ科雑草の発生の少ない条件で適用する。
3. 現場への適用には、雨期の開始時期、降雨状況、土壌水分などの予測技術の開発が必要である。

[具体的データ]

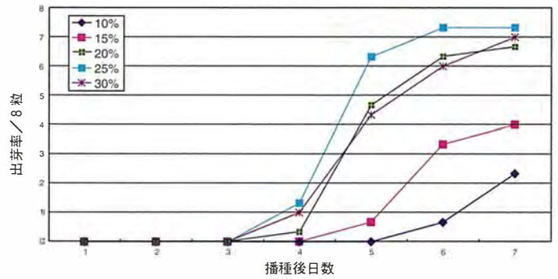


図 1　土壌含水比を異にする東北タイ Suwanaphum の天水田土壌からのイネ（Khao Dawk Mali）の出芽消長

表 1　異なる土壌含水比の Suwanaphum 天水田土壌で出芽したイネ（カオドマリ）の処理 6 日後の平均葉齢。

土壌含水比	平均葉齢
10%	1.4 ± 0.1ac
15%	1.3 ± 0.3 bc
20%	1.6 ± 0.2a
25%	1.7 ± 0.2a
30%	1.5 ± 0.3ac

出芽全個体の平均値±S.D.、同一文字間には t 検定の 5% 水準で有意差なし。

図 2　東北タイ天水田の播種後に優占するカヤツリグサ科雑草コゴメガヤツリ（*Cyperus iria* L.）

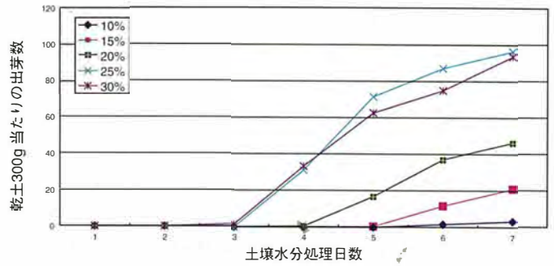


図 3　土壌含水比を異にする東北タイ Suwanaphum の天水田土壌 300g からのカヤツリグサ科雑草の出芽消長

[その他]

研究課題名：タイ東北部における高収益水田輪作システムの開発
予 算 区 分：国際プロ〔東北タイ〕
研 究 期 間：2001 年度（1998 ～ 2001 年度）
研究担当者：森田弘彦（九州農研）、椛木信幸
発表論文等：森田弘彦・椛木信幸（2001）：東北タイ天水田の雑草発生に及ぼす土壌水分の影響。第 40 回日本雑草学会講演会、2001 年 4 月。

12. 広域潅漑地区における雨量計密度の評価

〔 要約 〕少ない雨量観測点から降雨分布特性を推定する方法を用い、熱帯モンスーン地域の降雨分布例を示すとともにこれから雨量計密度を評価する方法を開発した。

国際農林水産業研究センター・生産環境部　連絡先 0298 (38) 6306

推進会議名	国際農林水産業	専門	資源利用	対象	計画・設計技術	分類	行政

［背景・ねらい］

農地へ直接降雨があると配水を中止もしくは減少させることが可能であり水の節約となる。空間的に分布する降雨を正確に把握するには多数の雨量計が必要であるが、雨量計の数、すなわち雨量計密度は費用とその効果から判断されなければならない。

雨量観測密度の従来の評価方法では多数の雨量計の平均雨量を真値とし、これを雨量計を間引いて算定した平均雨量と比較する。この方法では多数の地点雨量データが必要でまた検討に使用した観測を越える雨量計密度の評価が行えない。マレーシアムダ地区の雨量計密度を例として少ない観測点からの雨量分布特性の推定を検討し、雨量計密度と観測精度を明らかにする手法を開発する。

［成果の内容・特徴］

1. 雨量分布の特性を把握するため、大きな降雨と面積の関係を求めるために使われてきた DA（Depth-Area）式を適用し、その一つである Horton 式を簡略化した（式 1）。地点降雨数 10 の地区において 385 の日降雨に対して雨量の大きさに係わらず同定したところ各地点観測降雨とそれに対する推定降雨の相関係数が 0. 78という結果が得られた。例として同定された式と実測雨量を比較して図 1 に示す。
2. 各降雨で得られた係数 k の分布を見たところ 95%の降雨の係数 k は 0.6 から 0. 0 に含まれ、残りの 5 %は係数 k が 2. 0 を越える極めて局地的な降雨であった。係数 k の平均である 0.2 について雨量と面積の関係を求めてアメリカ中央平原部で気象庁が大降雨について得た関係と併せて図 2 に示す。
3. 雨量計密度を設定し、それに係数 k を与えた降雨特性を想定して模擬降雨を降らせて雨量計密度と観測精度の関係を算出した。これとムダ地区における係数 k の分布を重ね合わして観測雨量の 90%信頼区間と中央値を求めて図 3 に示す。1970 年から現在までの間に大幅に観測精度が向上したこと、中央値がほぼ実際雨量と等しいことから降雨はほぼ捕捉されていること、今後の雨量計密度の増大に対して信頼区間はほとんど小さくならないことからこれ以上の精度の向上には多くの雨量計の設置が必要であることが判断された。

［成果の活用面・留意点］

熱帯モンスーン地域の平坦な潅漑地区における雨量計設置計画に利用することができる。しかし、用水の節減量そのものを推定できないので今後の検討が必要である。

［具体的データ］

$$P_l = P_0 \exp(-k \cdot l)$$

（式 1）

P_o: 最大降雨量

P_l: 中心から l 離れた地点降雨

k : 係数 (km^{-1})

l : 距離 (km)

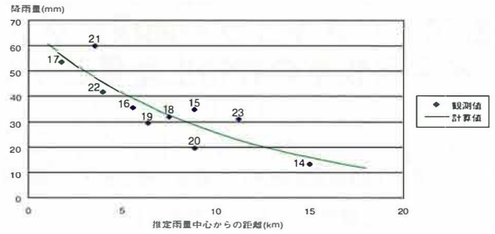


図 1　DA 式の係数の同定例（降雨番号 292）
（相関係数 = 0.82　K=0.10）

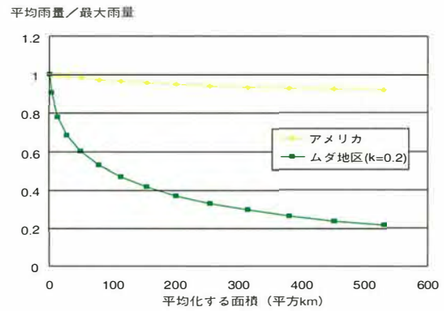


図 2　面積と平均雨量の関係

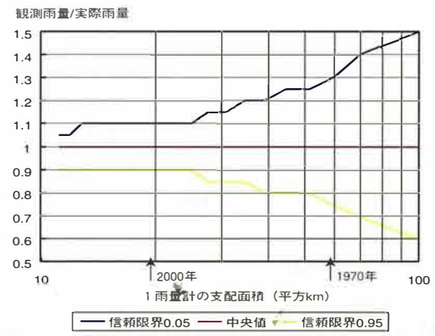


図 3　観測雨量の 90% 信頼区間

矢印は 1970 年当時の雨量計密度（1/70km^2）と
2000 年の雨量計密度（1/20km^2）を示す

［その他］

研 究 課 題：熱帯モンスーン地域における広域水田用水量を節減する配水管理手法の開発
予 算 区 分：法人プロ〔小規模潅漑〕
研 究 期 間：2001 年度（1998 ～ 2001 年度）
研究担当者：堀川直紀
発表論文等：（とりまとめ中）

13. アーバスキュラー菌根菌がブラジルサバンナにおける暖地型イネ科牧草の乾物生産量とリン吸収量に及ぼす影響

〔 要約 〕ブラジルサバンナに生育する暖地型イネ科牧草の乾物生産とリン吸収は、土着のアーバスキュラー菌根菌（AM 菌）によって促進され、その効果は、土壌 pH が低いほど大きい。また、牧草の中では、*Brachiaria brizantha* と *B.decumbens* の AM 菌依存度が高い。

国際農林水産業研究センター・畜産草地部
畜産草地研究所・草地生態部・土壌生態研究室　連絡先 0298 (38) 6308

推進会議名	国際農林水産業	専門	草地生産	対象	牧草	分類	研究

[背景・ねらい]

ブラジルサバンナの土壌はラトソルや石英砂土壌であり、肥沃度がきわめて低い。このような低肥沃土壌での植物の栽培にはアーバスキュラー菌根菌（以下、AM 菌）の存在が重要であると言われている。しかし、ブラジルサバンナにおける AM 菌に関する基礎的知見は少ない。そこで本研究では、ブラジルサバンナで主に利用されている 4 種の暖地型イネ科牧草を供試し、その乾物生産及びリン吸収に及ぼす土着の AM 菌の役割と土壌 pH の影響を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. ブラジル・マットグロッソドスル州のブラジル農牧研究公社・肉牛研究センターの草地土壌から土着 AM 菌の胞子懸濁液を作成した。同時に、未耕地土壌（暗赤色ラトソル）をメチルブロミドで殺菌し、12.5mgP kg^{-1} の過リン酸石灰を加えるとともに、炭酸カルシウムと塩化カルシウムで土壌 pH を 4、5、6 に調整し、各ポット 1.8kg の土壌を充填した。ポット土壌に AM 菌を接種し、*Brachiaria brizantha*、*B.decumbens*、*B.humidicola* 及び *Panicum maximum* を移植し、70 日間のポット試験を行った（表 1）。
2. ポット当たりの乾物重とリン吸収量は、いずれの草種においても AM 菌接種によって増加する（図 1、表 2）。
3. 土壌 pH 間で比較すると、AM 菌依存度（AM 菌依存度＝（1 －（非接種区リン吸収量 / 接種区リン吸収量））× 100）は、pH4、5、6 の処理区でそれぞれ 89%、68%、59%で、いずれの草種でも pH が低いほど AM 菌依存度が高い（表 3）。
4. AM 菌依存度は草種間に違いが認められる。AM 菌非接種の *B.brizantha* と、*B.decumbens* のリン吸収量は他の 2 草種より低いものの、AM 菌接種により草種間にリン吸収量の有意な差が認められない。このことは、AM 菌依存度は、*B.brizantha* と *B.decumbens* では、他の 2 草種よりも顕著であることを示している（表 2、表 3）。

[成果の活用面・留意点]

1. ブラジルサバンナにおける牧草種の養分吸収を理解するための基礎的知見となる。
2. AM 菌接種の影響は、異なる接種源を用いた場合、異なる反応が予想される。

[具体的データ]

表 1　実験終了時のポット土壌中リン含有量

土壌 pH	AM菌接種 非接種区	AM菌接種 接種区
	(P mg kg^{-1})	
pH4	2.60	2.39
pH5	2.37	2.33
pH6	2.20	1.91
B.brizantha	2.33	2.14
B.decumbens	2.54	2.14
B.humidicola	2.35	2.30
P.maximum	2.34	2.20

*分析はMehlich-Ⅰによる。

表 3　各 pH 処理区におけるリン吸収の AM 菌依存度

草種	土壌 pH pH4	pH5	pH6	平均
	(%)			
B.brizantha	92	81	72	81
B.decumbens	91	72	65	76
B.humidicola	80	42	56	59
P.maximum	98	75	42	71
平均	89	68	59	72

*依存度= (1- (非接種区吸収量/接種区吸収量))x100)

表 2　AM 菌接種が供試草種のリン吸収量に及ぼす影響（単位は P 吸収量 mg/pot）

草種	土壌 pH 4 -AM[1)]	土壌 pH 4 +AM[1)]	土壌 pH 5 -AM	土壌 pH 5 +AM	土壌 pH 6 -AM	土壌 pH 6 +AM	平均 -AM	平均 +AM
B.brizantha	0.05	0.62	0.75	3.97	1.77	6.22	0.86 Bb	3.60 Aa
B.decumbens	0.05	0.48	0.77	2.76	1.91	5.49	0.91 Bb	2.91 Aa
B.humidicola	0.11	0.57	1.71	2.95	2.76	6.21	1.53 Ba	3.24 Aa
P.maximum	0.06	1.13	0.99	4.00	2.83	4.87	1.29 Ba	3.34 Aa
平均	0.07	0.70	1.06	3.42	2.32	5.70	1.15 B	3.27 A

1）-AM; 非接種区、+AM; 接種区
＊同じアルファベットの付いているデータ間には5%水準で有意な差がない。
＊＊大文字A,BはＡＭ菌処理間、小文字a,bは草種間の差を表す。

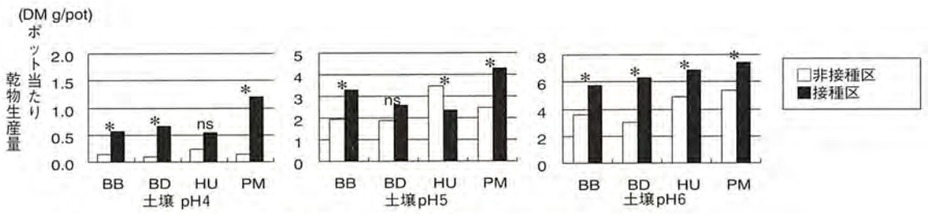


図 1　供試草種の乾物生産量に及ぼす AM 菌接種ならびに土壌 pH の影響
草種　BB; *B. brizantha*, BD; *B. decumbens*, HU; *B. humidicola*, PM; *P. maximum*
（図中の‘＊’印は AM 菌処理間に有意な差があることを示す。）

[その他]

研究課題名：農牧輪換システムにおける熱帯牧草の特性
予 算 区 分：国際プロ〔農牧輪換〕
研 究 期 間：2001 年度（1997 ～ 2001 年度）
研究担当者：菅野勉・斎藤雅典（畜草研）・安藤康雄・中村卓司・M.C.Macedo
（EMBRAPA 肉牛研究センター）
発表論文等：Kanno,T., Borges, M.J., Saito, M., Macedo, M.C.M., Ando, Y., Nakamura, T., and Miranda, C.B.H. (2001): Micorrizas arbusculares nativas: producao de material seca e absorcao de P em gramineas tropicais no cerrado. Proceedings of the 28th Congress of Brazilian Soil Science Society. p80, Londrina, Brazil.

14. ブラジルサバンナの低湿地に適した牧草と草地造成方法

〔 要約 〕ブラジルサバンナに広がる低湿地の牧草地造成には、湛水中の生存が可能な *Brachiaria humidicola* が最も適している。*B. humidicola* 草地を播種造成する場合は雨季後半に低湿地の冠水が退いたのちトラクターによる作業が可能になる 5 月頃の播種が適している。

国際農林水産業研究センター・畜産草地部
全国拓殖農業協同組合連合会・農業技術普及交流センター
連絡先 0298 (38) 6308

推進会議名	国際農林水産業	専門	草地生産	対象	牧草	分類	国際

[背景・ねらい]

ブラジルサバンナ（総面積 2 億 ha）には約 1,200 万 ha の低湿地が分布しており、その農業利用が重要な課題である。サンパウロ市北西約 300km のグアタパラ日系移住地内の低湿地 1,200ha を対象として、放牧草地用適草種の選定及びその造成法を明らかにした。

[成果の内容・特徴]

試験対象の低湿地に、*Brachiaria decumbens*（品種 Basilisk）、*B.brizantha*（品種 Marandu）、*B.dictyoneura*（市販系統）、*B.humidicola*（品種 Humidicola）、*Andropogon gayanus*（品種 Baite）、*Setaria anceps*（市販系統）、*Paspalum atratum*（品種 BRA-9610）を供試し、1998 年から 2001 年にかけて播種及び移植により適草種及び造成法の検討を行った。試験地があるサンパウロ州の気候は 10 月から 4 月が高温多雨となる亜熱帯性気候であり（図 1）、低湿地の土壌は腐植質グライ土で pH が低く、有機物含有率が高い（表 1）。

1. 移植による造成では、全草種で定着が認められるものの翌年まで生存可能な草種は *B.humidicola* と *P.atratum* である。種子及び苗（栄養系）の入手のしやすさを考慮した場合、*B.humidicola* の導入が適している（表 2）。
2. 播種による造成では、農耕地の播種適期である雨季前半（10 ～ 1 月）に播種した場合、当初の発芽定着は *A. gayanus* で良好であるが、2 年後には *B.humidicola* が高密度の群落を形成する。しかし、冠水期間が長い年には幼苗が湿害により枯死し、多くの草種で良好な発芽定着は得られない（表 3）。
3. *B.humidicola* は雨季終了時の 5 月播種では、発芽、定着とも良好である。低湿地での播種は、雨季後半に冠水が終了し、トラクターが低湿地に入れるようになる 5 月頃が適しており、引き続く乾季に土壌が乾燥する前に発芽個体の定着を図ることが必要である（表 3）。

[成果の活用面・留意点]

1. サンパウロ州グアタパラ地域と条件が同じ地域の低湿地の草地化技術として適用できる。
2. *B.humidicola* の種子には休眠を有するものがあり、種子の中には 1 ～ 2 年遅れて発芽するものがある。

[具体的データ]

表 1　サンパウロ州グアタパラ地域における土壌特性

	土壌の種類	土壌pH (H_2O)	有機物含有率	可給態リン	カリ	物理性 砂	シルト	粘土
			(%)	(ppm)	(meq/100g)	(%)	(%)	(%)
低湿地	腐植質グライ土	4.9	13.0	7.9	0.3	73	10	17
農耕地（比較）	ラトソル	5.9	1.8	13.9	0.2	80	6	14

表 3　播種した牧草の低湿地での定着状況

供試草種	1998 年1月播種試験 3 か月後の定着状況（ n=2 ）		1998 年1月播種試験 2 年後の定着状況	1998 年11月播種試験 5 が月後の定着	2001年5月播種試験 1 か月後の定着（n=8）
	個体数/m²	乾物重t/ha			個体数/m²
B.decumbens	28.0±11.3	2.6±1.1	枯死	-[1]	-
B.brizantha	4.0±0.0	3.6±0.6	枯死	-	-
B.dictyoneura	定着できず		-	定着できず	-
B.humidicola	定着できず[2]		高密度の群落形成[2]	-	3.1 ±1.2
A.gayanus	144.0±67.9	7.8±0.4	枯死	定着できず	-
S.anceps	定着できず		-	-	-
P.atratum	-	-	-	定着できず	-

注：播種量は 2.5kg/ha、施肥量は苦土石灰 2t/ha、ヨウリン 600kg/ha、鶏糞 2t/ha（60kgN/ha、100kgP_2O_5/ha、40kgK_2O/ha に相当）。
1）'-' 印は試験に供試せず。　2）播種 3 か月後には定着が確認できなかっが、その後休眠が打破された種子の発芽定着が進み、2 年後に高密度の群落が形成されたことを確認した。

表 2　低湿地に移植した牧草の定着状況（1999 年 7 月移植）

供試草種	移植後生存率 (n=5) 1999 年 11 月 乾季経過後	2000 年 6 月 雨季経過後
	(%)	
B.decumbens	100	0
B.brizantha	100	0
B.humidicola	100	60
A.gayanus	100	0
P.atratum	100	40
C.dactylon	100	0

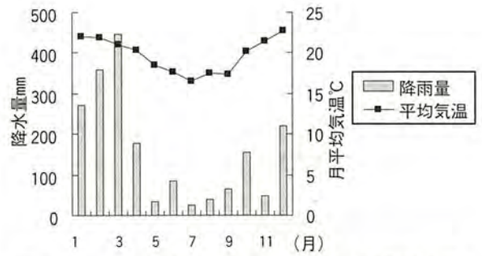


図 1　サンパウロ州グアタパラ試験地の月別降水量及び月平均気温（1995 ～ 96 年の平均値）

[その他]

研究課題名：農牧輪換システムにおける熱帯牧草の特性
予 算 区 分：国際プロ〔農牧輪換〕
研 究 期 間：2001 年度（1997 ～ 2001 年度）
研究担当者：菅野勉・川上隆治（全拓連）・吉村義則（畜草研）・魚住順（東北農研セ）
発表論文等：（準備中）

15. タイ東北部におけるホルスタイン種乾乳牛のエネルギー要求量

〔 要約 〕タイ東北部のホルスタイン種乾乳牛では、エネルギー出納は大豆粕の給与（CP）水準が高くなるに従いエネルギー蓄積量が増加する。乾乳牛の維持に要する代謝エネルギー要求量は 409KJ/BWKg$^{0.75}$ である。

国際農林水産業研究センター・畜産草地部　連絡先 0298 (38) 6308

推進会議名	国際農林水産業	専門	家畜栄養	対象	乳用牛	分類	研究

[背景・ねらい]

耕畜連携によるタイ東北部の持続的農業生産システムの構築が望まれている。家畜の生産性を向上させるためには飼料の栄養価と家畜の要求量を求めて有効な飼養管理技術を確立する必要がある。そこで、同地域での酪農の推進を図る一環として、ホルスタイン種乾乳牛における維持に要する代謝エネルギー要求量を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

代謝試験にはルジーグラス乾草と大豆粕の給与（CP）水準を変えた下記の飼料給与区を設けた。

1）ルジーグラス乾草 100%、CP3.3%

2）ルジーグラス乾草 92.9%と大豆粕 7.1%、CP6.4%

3）ルジーグラス乾草 85.8%と大豆粕 14.2%、CP9.7%

4）ルジーグラス乾草 78.4%と大豆粕 21.6%、CP13.1%

試験には乾乳牛 4 頭（平均体重 399Kg）を用いて 1 期 2 週間で後半 5 日をサンプル採取期とし、残飼量、全糞・全尿、呼吸ガス（マスク法）を採取して飼料の消化率、酸素の消費量、炭酸ガス、メタンガスの発生量などを測定した。また、全試験の終了後に 5 日間の絶食試験を行い、呼吸ガスを測定した。

1. エネルギーの損失では、糞への損失は CP 水準が高くなるに従って減少するが、逆に熱発生量は増加する。エネルギー全体の収支では CP 水準が高くなるに従って蓄積量が増加する（表 1）。
2. 乾乳牛の維持に要する 1 日当たり代謝エネルギー要求量は、絶食期を含めた代謝体重当たりの代謝エネルギー摂取量とエネルギー蓄積量の関係から回帰式 Y = 0.785X − 321 が求められ、代謝エネルギー要求量 409KJ/BWKg$^{0.75}$ である（図 1）。これは日本のホルスタイン種の値 487KJ/BWKg$^{0.75}$ より小さい。

[成果の活用面・留意点]

1. この結果はタイにおけるホルスタイン種の維持に要する代謝エネルギーの要求量として飼料給与量の計算に応用でき、飼養標準作成の基礎数値として活用できる。
2. 泌乳牛における維持ならびに産乳に要する代謝エネルギー要求量も求めてタイ独自の飼養標準を作成する必要がある。

[具体的データ]

表 1　乾乳牛の維持におけるエネルギーと窒素の代謝量

処理（飼料中CP含量%）			3.3	6.4	9.7	13.1
総エネルギー摂取量		KJ/BWkg$^{0.75}$	1172	1105	1201	1127
可消化エネルギー摂取量		KJ/BWkg$^{0.75}$	605	607	706	709
代謝エネルギー摂取量		KJ/BWkg$^{0.75}$	507	519	609	604
エネルギー損失量	糞中	KJ/BWkg$^{0.75}$	567	498	495	424
	尿中	KJ/BWkg$^{0.75}$	22	18	25	29
	メタンガス	KJ/BWkg$^{0.75}$	75	70	72	71
	熱発生量	KJ/BWkg$^{0.75}$	433	433	436	459
エネルギー蓄積量		KJ/BWkg$^{0.75}$	74	86	174	149
窒素の摂取量		g/BWkg$^{0.75}$	0.349	0.641	1.045	1.317
窒素損失量	糞中	g/BWkg$^{0.75}$	0.318	0.350	0.363	0.373
	尿中	g/BWkg$^{0.75}$	0.270	0.338	0.225	0.364
窒素の蓄積量		g/BWkg$^{0.75}$	-0.238	-0.045	0.455	0.585

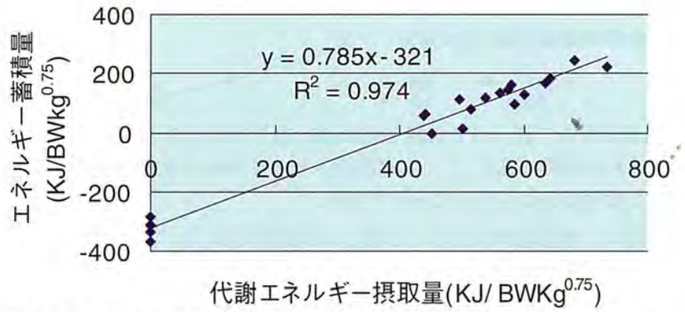


図 1　乾乳牛における代謝エネルギー摂取量とエネルギー蓄積量との関係

[その他]

研究課題名：タイ国東北部における地域飼料資源を活用した乳用牛等大型反すう家畜の栄養生理学的特性の解明

予 算 区 分：国際プロ〔東北タイ〕

研 究 期 間：2001 年度（1995 ～ 2001 年度）

研究担当者：尾台昌治，川島知之（畜産草地研），Pimpaporn Pholsen, Witthaya Sumamal, Taweesak Chuenpreecha（コンケン畜産研究センター）

発表論文等：（準備中）

16. 電解水を用いた豆腐原料大豆の微生物制御技術

〔 要約 〕大豆浸漬水として酸性電解水、又は、混合電解水を用いることにより、豆乳や豆腐の品質を損なうことなく、大豆由来の微生物を効果的に殺菌することが可能となる。

国際農林水産業研究センター・食料利用部
中国農業大学・中日食品研究中心
連絡先 0298 (38) 6358

推進会議名	国際農林水産業	専門	加工利用	対象	農作物	分類	研究

[背景・ねらい]

加工食品において問題となる微生物の由来は、原材料に由来するものと加工過程由来の二次汚染に大別される。一般的に微生物汚染を押さえるためには、製品の殺菌も有効であるが、原料の初発菌数を低く押さえることが最も重要であると考えられている。

中国などアジア地域では、豆腐等多くの大豆加工食品が伝統的に生産・消費されているが、原料大豆表面に付着している耐熱性芽胞のため、長期保存に耐えられない。そこで大豆加工における初発菌数の制御のため、工程初期の浸漬工程に対し、安全・簡便・効率的殺菌水として近年急速に普及しつつある電解水の効果を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

0.075％食塩水を電気分解して得られる強酸性電解水、強アルカリ性電解水、これらを混合して得られる混合（弱酸性）電解水を調製（表 1）し、大豆浸漬水としてこれら 3 種の電解水を用い、滅菌蒸留水をコントロールに調べた殺菌効果は以下のとおりである。

1. 大豆由来の微生物は、酸性電解水を用いた場合には浸漬後 30 分、混合電解水を用いた場合でも浸漬後約 1 時間で殆ど消滅する（図 1）。
2. 電解水浸漬後、得られる豆乳や豆腐の物理的性質はコントロールと変わらない（表 2）。
3. 以上の結果から、酸性電解水と混合電解水が、豆乳及び豆腐加工のための浸漬水として有用である。

[成果の活用面・留意点]

本成果は、浸漬工程のある食品製造の微生物制御技術として有用である。ただし、電解水は極めて不安定であるため、使用の都度調製するなどの注意が必要がある。また、電解水が有機物質に触れると急速にその活性を失うことから、汚れの状態に応じて、予備洗浄などを併用させるのが望ましい。

なお、日本で強酸性電解水を洗浄除菌に用いる場合、有効塩素濃度 20 ～ 60ppm として、食品添加物としての利用が認められる方向である点に留意する必要がある。

[具体的データ]

表 1　試験水の物理化学的特性

	pH	ACC * (ppm)	ORP ** (mV)
酸性電解水	2.1	100 ±3	1185
アルカリ性電解水	11.7	0	-120
混合電解水	6.5	50 ± 2	891
滅菌蒸留水	8.2	0	N. D.

* ACC：有効塩素濃度
**ORP：酸化還元電位

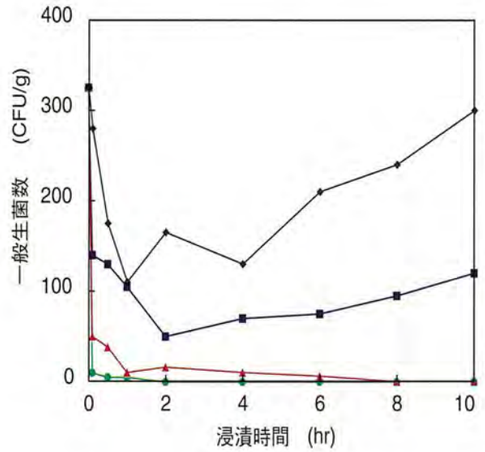


図 1　浸漬大豆の微生物数経時変化

表 2　電解水浸漬による大豆・豆乳・豆腐への影響（n=4）

	アルカリ性電解水	酸性電解水	混合電解水	滅菌蒸留水
固形分溶出率 (%)	0.51 ± 0.03	0.47 ± 0.05	0.37 ± 0.01	0.32 ± 0.03
豆乳(ml)*	232.9 ± 2.5	230.6 ± 3.7	229.1 ± 2.8	227.4 ± 1.4
豆乳固形分 (%)	10.85 ± 0.05	11.04 ± 0.23	10.60 ± 0.12	10.64 ± 0.14
豆腐強度(kPa)	15.14 ± 0.98	15.90 ± 1.14	17.68 ± 0.53	17.78 ± 1.89

* 大豆 40g を各処理水にて浸漬後、6 倍加水にて調製

[その他]

研究課題名：澱粉 / 蛋白素材及び食品素材の保全流通技術の開発
予 算 区 分：国際プロ〔中国食料資源〕
研 究 期 間：2001 年度（1997 ～ 2003 年度）
研究担当者：辰巳英三、斎藤昌義、趙朝輝、李再貴、李里特（中国農業大学）
発表論文等：Zhao, Z., Saito, M., Yoshihashi, T., Nakahara, K., and Tatsumi, E. (2001) : Microorganism control in packed tofu manufacture with electrolyzed water. JIRCAS Journal. (in press).

17. 中国における高品質ビーフンの加工法

〔 要約 〕異なるアミロース含量のジャポニカ・インディカ米の中で、アミロース含量 20%以上のインディカ米を用いたビーフンの食味評価が高い。また、原料米を 2 時間浸漬後に水挽きすると湯溶けが少なく食感が向上する。河粉の食感向上のためには、原料の 10%を予備糊化させ、残りの米粉スラリーと均一に混ぜた後蒸煮するとよい。

国際農林水産業研究センター・食料利用部
中国農業大学・中日食品研究中心
連絡先 0298 (38) 6358

推進会議名	国際農林水産業	専門	加工利用	対象	農作物	分類	国際

[背景・ねらい]

中国南部・東南アジア地域では様々な種類のビーフンが伝統的手法を用いて作られている。押し出し式エクストルーダーを用いる“米線”、シート状の米スラリーを蒸し上げる“河粉”があり、さらには、原料米を発酵させると物性が向上することも経験的に知られている。しかしその加工方法の実体は職人の経験と勘によるものが多く、まだ、科学的に解明されていない。そこで各種工場で用いられている加工方法を検証し、最適条件を提言する。

[成果の内容・特徴]

中国で広く栽培されている米品種の中から、ジャポニカ米 2 品種、インディカ米 5 品種、交雑インディカ米 3 品種（表 1）を用いて明らかにしたビーフン加工特性は以下の通りである。

1. 米を水に浸漬した後に水挽きすることにより、損傷澱粉の少ない米粉を得ることが可能となり、湯溶けの少ない物性の優れたビーフンとなる（図 1、2）。なお、浸漬時間としては、原料米への吸水率が平衡に達する 2 時間が最適である。
2. ビーフンの品質とアミロース含量には正の相関が見られ、アミロース含量 20%以上の米を用いることにより、べたつきが少なく、適度な硬さを持ち、こしの強いビーフンが得られる（図 3）。
3. 河粉製造時には、米粉 10%を予備糊化（5 倍加水後 100℃5 分間予備加熱したものを米粉スラリーに添加後蒸し上げる）させ、これを米粉スラリー（米粉重量の 1.3 倍量を加水）と混合し、均一なペースト状にしてから蒸し上げることにより、食感に優れた河粉が得られる（図 4）。

[成果の活用面・留意点]

今回用いたのは中国産米 10 品種にすぎないが、ジャポニカ米と比較して食味が劣るとされるインディカ米の付加価値化・利用拡大が期待できる。また、同様の食材を持つ東南アジア地域への成果の活用が可能である。

[具体的データ]

表 1　ビーフン試料米

品種（産地）	型	アミロース含量（%）	備考
嘉早 935（浙江）	ｲﾝﾃﾞｨｶ	14.8	
天津305（北京）	ｼﾞｬﾎﾟﾆｶ	17.7	
越富（北京）	ｼﾞｬﾎﾟﾆｶ	18.6	食用優良品種
豊澳占（広東）	ｲﾝﾃﾞｨｶ	20.2	広東省　0.8万ha
早籼213（安徽）	ｲﾝﾃﾞｨｶ	21.5	安徽省　5.7万ha
協優46（浙江）	交雑ｲﾝﾃﾞｨｶ	22.1	全国　25万ha
汕優64（安徽）	交雑ｲﾝﾃﾞｨｶ	25.8	全国　38.9万ha
中早1号（浙江）	ｲﾝﾃﾞｨｶ	26.1	浙江省　1.5万ha
鄂早9号（湖北）	交雑ｲﾝﾃﾞｨｶ	28.2	湖北省主要品種
中早18（浙江）	ｲﾝﾃﾞｨｶ	28.3	

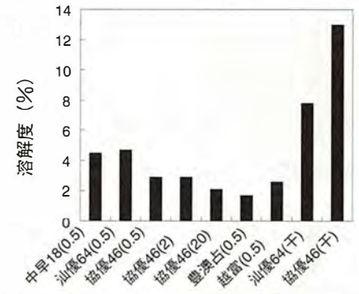


図 1　原料米浸漬時間のビーフン（米線）茹熔けへの影響
（0.5:0.5 時間、2:2 時間、20:20 時間浸漬後水挽き粉砕、干:乾式粉砕）

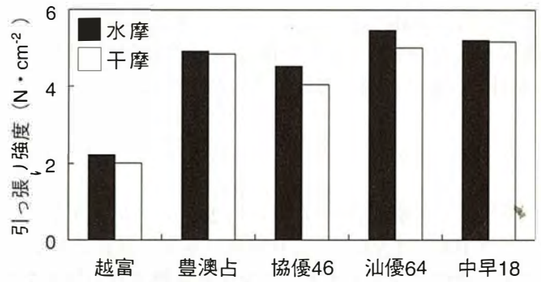


図 2　製粉方法の違いによるビーフン（米線）品質への影響
（水磨：水挽き粉砕、干摩：乾式粉砕）

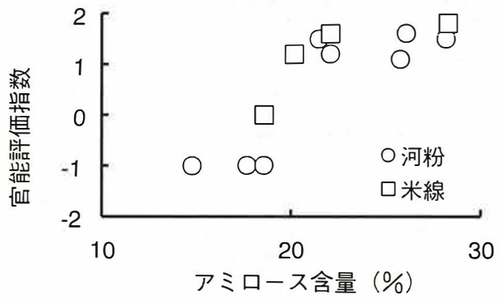


図 3　アミロース含量の異なる米を用いたビーフンの品質評価
（パネラー 5 人、2：非常に良い）

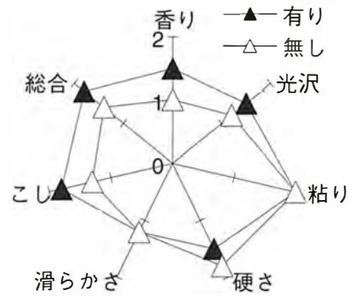


図 4　河粉予備糊化処理の影響

[その他]

研究課題名：澱粉・動植物蛋白質を主成分とする食品素材化技術の開発
予 算 区 分：国際プロ〔中国食料資源〕
研 究 期 間：2001 年度（1997 ～ 2003 年度）
研究担当者：辰巳英三、成明華、李里特、李再貴、江正強（中国農業大学）
発表論文等：成明華、李里特、辰巳英三 （2000）：米品種と製粉工程がビーフン品質に及ぼす影響 . 粮食及び飼料工業 8: 16-19.

18. オイルパーム空果房からの高純度セルロースパルプの調製

〔 要約 〕オイルパーム空果房に対して環境負荷の少ない方法でパルプ化・漂白を行ない，既存の工業製品に近い性質を有する高純度セルロースパルプを調製し，熱帯産未利用木質資源からファインケミカルズ原料を製造することができる。

国際農林水産業研究センター・林業部　連絡先 0298 (38) 6309

推進会議名	国際農林水産業	専門	木材化工	対象	木材成分	分類	研究

[背景・ねらい]

オイルパーム木質部分のひとつ空果房（Empty Fruit Bunches：EFB）（図 1）は、貴重な熱帯産未利用リグノセルロース資源であるにも拘わらず、パーム油産出の際に大量に廃棄されている。現在の EFB のパルプ化は製紙用パルプが主である。高純度セルロースパルプ（溶解パルプ）は、食品、医薬品、フィルム、繊維等の素材となるセルロース誘導体の出発物質であり、製紙用パルプの 5 ～ 10%の需要にすぎないが、現在の工業原料として欠かせないものである。EFB からの溶解パルプ調製の研究はまだ試みられていない。そこで、EFB を原料に、特に環境負荷の小さいパルプ化・漂白方法を施し、溶解パルプの調製を試みる。

[成果の内容・特徴]

1. EFB からソーダ・アントラキノン蒸解（活性アルカリ量 24%／アントラキノン 0.1%、170℃／90 分）ならびにオゾン漂白（対パルプ 0.4 ～ 1.5%）により溶解パルプを調製できる。蒸解では水質汚濁の原因となるイオウ成分を含まず、漂白ではダイオキシン発生が危惧される塩素を含まない。
2. 蒸解前処理で酸加水分解を行い、漂白後処理でアルカリ抽出を施してパルプ調製を行うと、高 α-セルロース含量、低灰分率および低ペントザン（ヘミセルロースの一部）含量のパルプとなる（表 1）。
3. 酸加水分解前処理により、これらの諸物性は格段に向上し（表中 A と B の比較）、アルカリ抽出により（C）、少量のオゾン使用でも充分に条件を満たすことができる。これらの数値は市販溶解パルプに匹敵するものであり、また、JIS 規格基準値にも適合する。
4. 水のみで EFB の加水分解処理を施すと、α-セルロース含量等が格段に改善され（表 2）、薬剤使用量を軽減できる。従って EFB の水前処理でも質の良い溶解パルプが調製しうる。

[成果の活用面・留意点]

熱帯産未利用リグノセルロース資源を大量に抱える熱帯諸国において、原料からフィルム、繊維、食品添加剤など工業製品を製造する一貫した生産システムを構築する基礎となる。

[具体的データ]

図 1 オイルパームと空果房（ＥＦＢ）

表 1 処理方法の異なるEFBパルプの化学的性質

	前処理および漂白条件	α-セルロース含量 (%)	灰分率 (%)	ペントザン含量 (%)	最終収率 (%)
A	前処理なし 1.5% O_3	77.9	0.12	24.2	38.2
B	酸前処理*1 0.6% O_3	88.6	0.06	1.8	20.6
C	酸前処理*1 0.4% O_3+ アルカリ抽出*2	95.1	0.09	1.8	20.6
--	市販針葉樹溶解パルプ	92.3	0.14	2.5	--

*1 硫酸 1.5%（対パルプ），120℃／90 分
*2 NaOH 2.5%（対パルプ），60℃／60 分

表 2 水のみの加水分解処理によるEFB繊維の成分変化

処理条件	α-セルロース含量 (%)	灰分率 (%)	ペントザン含量 (%)	収率 (%)
未処理	60.6	5.4	33.1	100
水処理　170°C／60 分）	83.6	0.6	12.3	68

[その他]

研究課題名：熱帯産未利用木質資源の有効利用のための技術開発
予 算 区 分：経常・基盤
研 究 期 間：2001 年度（1998 ～ 2001 年度）
研究担当者：田中良平・Wan Rosli Wan Daud（マレイシア理科大学）
発表論文等：Tanaka R. and Wan Rosli W.D. （2000）：Preliminary studies on preparation of dissolving pulp from oil palm empty fruit bunches. Proceedings of 5th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium, The Australian National University, p. 499-502.

19. 中国産淡水魚類筋肉の鮮度変化の特徴

〔 要約 〕中国において養殖生産量の多いハクレンおよび草魚は、官能検査による品質評価ならびに K-値の変化の特性から判断すると、即殺後の適切な温度管理により、鮮魚として3日間の流通が可能である。

国際農林水産業研究センター・水産部
上海水産大学食品学院
連絡先 0298 (38) 6630

推進会議名	国際農林水産業	専門	加工流通技術	対象	淡水魚	分類	研究

[背景・ねらい]

中国の漁業生産量は年間 4,000 万トンを超え、世界の総漁業生産量の 3 割を占めるに至っている。この大きな生産を支えているのが、他に類を見ない淡水魚類の養殖で、大部分はこれまで活魚として流通してきた。活魚としての流通は鮮度を保証するものの、流通範囲や流通量等は限定的である。このため、鮮魚あるいは冷凍魚としての流通に関する技術の確立が重要である。また、加工原料としても原料の鮮度は製品の品質および品質管理の重要な要素となる。これまで中国国内で淡水魚は活魚として流通してきたため、鮮魚あるいは冷凍品の鮮度管理等についての知見が乏しい。このため、中国特産の淡水魚類筋肉の鮮度変化についての基礎的な情報を得る。

[成果の内容・特徴]

1. ハクレンおよび草魚を即殺の後 5、10、20℃ で保存し、その間の鮮度低下の様子について、魚体の外観、においの変化などの官能検査および K- 値の変化（筋肉中の核酸関連物質の分解の程度）によって調べた。
2. 官能検査値の変化は保存温度が低いほど緩やかであるが、5℃ の保存条件でも 3 日間で食用の限界である評価点 8 以下に至る（図 1）。
3. K- 値は、20℃ では保存中に急激に上昇したものの、5, 10℃ では変化が遅く、これらの魚種では魚肉筋肉自身の性質としての鮮度変化が緩慢である（図 2）。

[成果の活用面・留意点]

1. 温度と微生物を適切に管理すれば鮮魚としての流通は可能であり、さらに流通期間を延ばすこともできると考えられるが、実際の流通方法については今後の検討が必要である。
2. 中国では、鮮魚としての流通については、インフラの整備とともに今後の啓蒙が重要である。

[具体的データ]

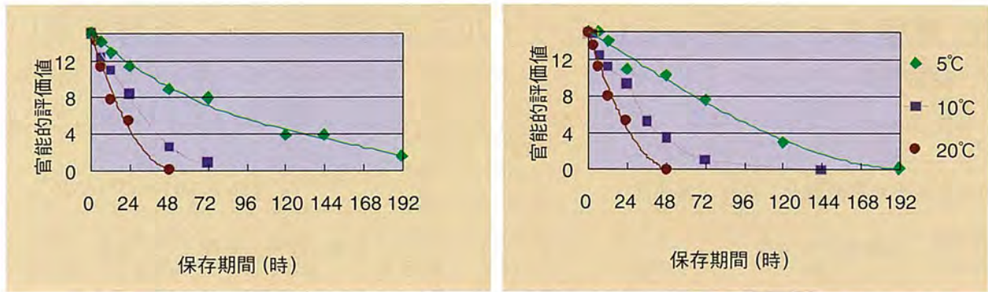


図 1　ハクレン（左）及び草魚（右）保存中の外観およびにおいに関する官能検査の評価値の変化

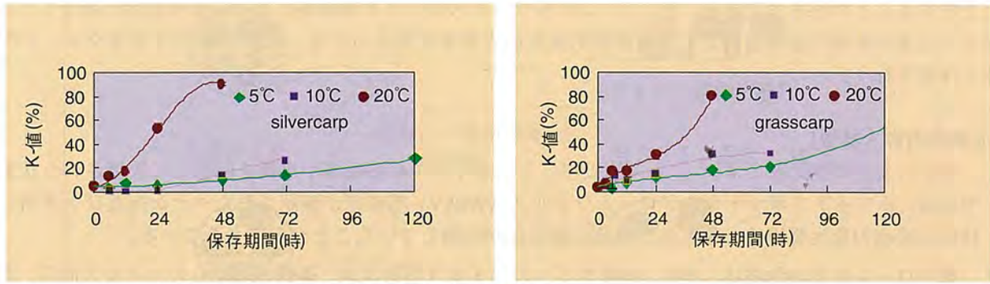


図 2　ハクレン（左）及び草魚（右）保存中の K- 値の変化

[その他]

研究課題名：中国淡水漁業資源の有効利用技術の開発
予 算 区 分：国際プロ〔中国食料資源〕
研 究 期 間：2001 年度
研究担当者：横山雅仁、陳舜勝（上海水産大学）
発表論文等：（未発表）

20. 養殖エビで発生しているウイルス病の単クローン抗体を用いる診断

〔 要約 〕養殖エビに深刻な被害を与えているホワイトスポットシンドロームウイルス（WSSV）は、単クローン抗体を用いる血清学的診断法によって検出できる。

国際農林水産業研究センター・水産部　連絡先 0298 (38) 6370

推進会議名	国際農林水産業	専門	魚病	対象	診断・防除	分類	研究

[背景・ねらい]

東南アジア地域は世界で有数のエビ養殖が盛んな地域であり、これら養殖産業が地域経済の基盤をなしている。しかし、これらエビ養殖場ではその規模の拡大に伴い、著しい被害をもたらすホワイトスポットシンドロームウイルス（WSSV）等のウイルス病が発生し、重要な問題となっている。現在、これら養殖エビのウイルス病に対する効果的な治療法はなく、疾病防除には広域的な防疫対策をとり疾病の蔓延を予防することが不可欠である。そこで、これらウイルス病のエビ養殖場における発生状況を調査し、正確かつ迅速な疾病の診断技法として血清学的診断法の開発を試みるため、WSSV に対する単クローン抗体の作製を行う。

[成果の内容・特徴]

1. マレーシアの半島部では、ウイルス病被害により多くのエビ養殖場が事業を断念して放置された状態である。ホワイトスポットシンドロームウイルス（WSSV）感染症が確認されたペナン州及びケダ州に於ける疾病の発生要因は、移入した種苗に病原体が付随していたことが示唆されている。
2. 単クローン抗体の作成は、まず、健康エビへのウイルス感染試験、罹病エビからのウイルス回収、濃縮及び精製したウイルスを抗原としたマウスへの免疫、及びマウス脾細胞とミエローマ細胞との細胞融合を行う。ついで融合細胞を培養し、コロニー形成後、ウイルスに特異的な抗体を産生している細胞を感染エビ及び非感染エビの血リンパ塗抹標本を用いた間接蛍光抗体法にて選択し（図 1）、これらを限界希釈により純化させ培養する。
3. その結果、細胞融合では 90%以上と高い率での融合細胞のコロニー形成が認められ、これら細胞の中で 268 株に感染エビ抗原に対する抗体を産生している。さらに、それらのうち 38 株にウイルスに特異的な抗体の産生が示されているが、その後のサブクローニング及び培養過程で細胞株が減少し、最終的に単クローン抗体産生株として 3 株を得て保存している（表 1）。

[成果の活用面・留意点]

WSSV に対する単クローン抗体が作成されていることより、血清学的な診断法を用いた診断が有望である。

[具体的データ]

表 1　WSSV に対する単クローン抗体作製に於ける細胞融合とスクリーニングの結果

細胞融合 No.	脾細胞数 (x10 ^{3})	全ｳｪﾙ数*1 ｳｪﾙ数	ｺﾛﾆｰ形成 ｳｪﾙ数	ｺﾛﾆｰ形成 (率)*2	ｴﾋﾞ感染抗原陽性ｳｪﾙ数	WSSV特異的*3 ｳｪﾙ数	単ｸﾛｰﾝ抗体
1	1.02	365	358	(98.1)	47	1	0
2	3.85	1,067	1,047	(98.1)	111	12	1
3	2.84	891	876	(98.3)	108	24	2
4	1.03	379	358	(94.5)	2	1	0
Total	***8.74***	***2,702***	***2,639***	***(97.7)***	***268***	***38***	***3***

*1:　巻き込み数　2x10^{5}個/ｳｪﾙ　*2:全ｳｪﾙ数に対する割合　*3:ｴﾋﾞ感染抗原陽性ｳｪﾙ中のｴﾋﾞ非感染抗原陰性ｳｪﾙ

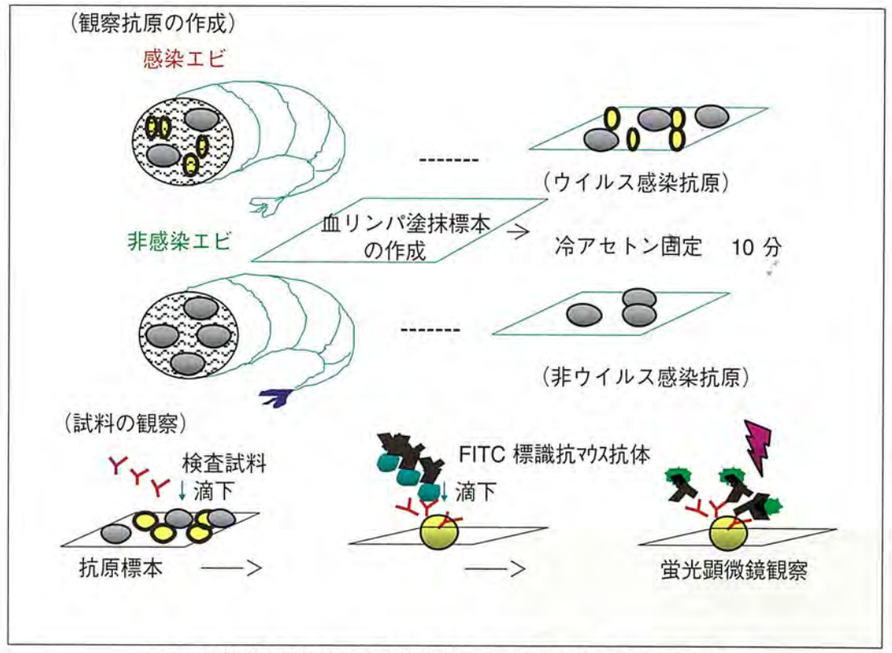


図 1　間接蛍光抗体法による抗体産生細胞株の選択スクリーニング

[その他]

研究課題名：海外養殖魚介類の疾病発生動向
予 算 区 分：国際プロ〔エビウイルス〕
研 究 期 間：2001 年度（1997 ～ 2001 年度）
研究担当者：大迫典久
発表論文等：

(1) Kua, B.C., Oseko, N., Palanisamy, V. and Chuah, T.T. (1999): Disease of cultured tiger shrimp (*Penaeus monodon*) from farm in Sarawaku. Proceedings of "First National symposium on aquaculture", Penang, Malaysia. P.20.

(2) Chuah, T.T., Oseko, N. and Palanisamy, V. (2000): Shrimp disease in Malaysia's mangrove ponds. Proceedings of JIRCAS International Workshop on "Brackish Water Mangrove Ecosystem.-Productivity and Sustainable Utilization-", Tsukuba, p.131-135.

21. 遺伝分析に有用なサヤインゲン細胞質雄性不稔系統

〔 要約 〕雄性不稔細胞質をもつサヤインゲン品種「黒種衣笠」を 1 回親（種子親）とし、他の品種を反復親として戻し交配を続けることにより細胞質雄性不稔系統を育成できる。これらの系統を用いれば、雑種を作出するのが極めて容易である。

国際農林水産業研究センター・沖縄支所・環境ストレス耐性研究室　連絡先　09808 (8) 6108

推進会議名	国際農林水産業	専門	育種	対象	いんげんまめ	分類	研究

[背景・ねらい]

サヤインゲンは雌雄蕊を内包する竜骨弁がらせん状に回転しているため除雄が難しく、交配を行う上で大きな障害となっている。形態形質、生理形質などの遺伝様式を明らかにするためには、確実で簡易な交配法が必要である。品種「黒種衣笠」は雄性不稔細胞質を有する（平成 12 年度国際農業研究成果情報）。そこで「黒種衣笠」を 1 回親に用いて、サヤインゲン品種の細胞質雄性不稔系統を育成する。

[成果の内容・特徴]

1. 「ハイブシ」や「ケンタッキーワンダー」などの品種を主に用いて、平成 13 年 12 月末現在、次のとおり戻し交配世代（B_n）の進んだ雄性不稔系統が得られている。B_9：「ハイブシ」、B_7：「ケンタッキーワンダー」「サーベル」、B_6：「黒三度」「鴨川グリーン」「ゴールデンワクス」「ネリナ」「スパンダー」、B_5：「石垣二号」、B_4：「沖縄在来」「いちず」「さやかざり」

2. 表 1 に示すとおり、細胞質雄性不稔系統を用いると交配が容易である。

3. 胚軸色が緑×赤紫の交配組合せについて、赤紫が緑に対して優性なので得られた交配種子の雑種性を発芽種子の胚軸が赤紫に着色することにより確認することができる。表 2、図 1 に示すとおり、これら交配種子はすべて赤紫に着色しており雑種である。

[成果の活用面・留意点]

1. 得られたサヤインゲン品種の細胞質雄性不稔系統を片親に用いれば交配が容易で、形態形質、生理形質などの遺伝様式を明らかにするための実験植物として有用である。
2. 「黒種衣笠」の有する本細胞質に対する稔性回復遺伝子の働きは配偶体的であり、F_1 では半不稔となる。したがって実用的 F_1 品種育成には利用が難しい。

[具体的データ]

表 1　細胞質雄性不稔（CMS）系統を用いた交配結果

交配組合せ*	交配花数	着莢数(%)	獲得種子数	一莢種子数
ハイブシ(B_7)×ハイブシ	3	3 (100%)	18	6.0
ハイブシ(B_7)×ケンタッキーワンダー	3	3 (100%)	14	4.7
ケンタッキーワンダー(B_5)×ケンタッキーワンダー	5	5 (100%)	37	7.4
ケンタッキーワンダー(B_5)×ハイブシ	5	5 (100%)	34	6.8
ケンタッキーワンダー(B_5)×石垣二号	3	3 (100%)	26	8.7
サーベル(B_5)×サーベル	3	3 (100%)	16	5.3
サーベル(B_5)×ハイブシ	2	2 (100%)	6	3.0
サーベル(B_5)×石垣二号	2	2 (100%)	4	2.0
石垣二号(B_4)×石垣二号	3	3 (100%)	21	7.0
石垣二号(B_4)×サーベル	3	3 (100%)	16	5.3
鴨川グリーン(B_4)×ハイブシ	1	1 (100%)	7	7.0
黒三度(B_4)×黒三度	4	4 (100%)	25	6.2
ネリナ(B_4)×ネリナ	3	3 (100%)	14	4.7
ネリナ(B_4)×ハイブシ	3	3 (100%)	18	6.0
ゴールデンワクス(B_4)×ゴールデンワクス	3	3 (100%)	6	2.0
ゴールデンワクス(B_4)×ハイブシ	3	3 (100%)	5	1.7
沖縄在来(B_3)×沖縄在来	2	2 (100%)	16	8.0
沖縄在来(B_3)×ハイブシ	4	4 (100%)	26	6.5
合計	60	60 (100%)		

*種子親には細胞質雄性不稔系統を用いた。括弧内は戻交配世代数を示す。種子親、花粉親とも27/22℃（7:00～19:00/19:00～7:00）の条件でポット（1/5000アール）栽培し、午前8:30～10:30頃当日開花した花に交配した。

表 2　細胞質雄性不稔（CMS）系統を用いた交配により得られた種子の雑種性

交配組合せ* （胚軸色　緑×赤紫）	播種数	発芽数（%）	胚軸色 赤紫（雑種）	胚軸色 緑（自殖）
ケンタッキー(B_4)×ハイブシ	75	64 (85.3%)	64 (100.0%)	0
ケンタッキー(B_5)×ハイブシ	34	30 (88.2%)	30 (100.0%)	0
ケンタッキー(B_5)×石垣二号	26	20 (76.9%)	20 (100.0%)	0
サーベル(B_4)×ハイブシ	47	38 (80.9%)	38 (100.0%)	0
鴨川グリーン(B_4)×ハイブシ	12	12 (100.0%)	12 (100.0%)	0
ネリナ(B_4)×ハイブシ	6	6 (100.0%)	6 (100.0%)	0
ゴールデンワクス(B_4)×ハイブシ	5	5 (100.0%)	5 (100.0%)	0
沖縄在来(B_3)×ハイブシ	22	22 (100.0%)	22 (100.0%)	0

＊ 表 1 の脚注を参照のこと

図 1　胚軸色に基づく雑種性の確認

[その他]

研究課題名：サヤインゲン品種「ハイブシ」の耐暑性の他品種への導入
予 算 区 分：法人プロ〔環境ストレス〕、基礎研究推進事業
研 究 期 間：2001 年度（1998 ～ 2005 年度）
研究担当者：江川宜伸、塚口直史（生研機構）、鈴木克己、庄野真理子
発表論文等：江川ら（2001）：インゲンマメの耐暑性に関する研究　11. 耐暑性サヤインゲン品種「ハイブシ」の細胞質雄性不稔系統の確立．熱帯農業，45（1）：43-44

22. トマトのミトコンドリア型 sHSP の高温ストレスに対する機能

〔 要約 〕トマトのミトコンドリア型スモールヒートショックプロテイン（MT-sHSP）は、高温ストレスによる酵素の失活を防ぐ働き（分子シャペロン作用）がある。

国際農林水産業研究センター・沖縄支所・環境ストレス耐性研究室　連絡先　09808 (8) 6202

推進会議名	国際農林水産業	専門	生理	対象	トマト	分類	研究

〔背景・ねらい〕

生育適温を上回る高温ストレスは作物に不稔や生育障害などを引き起こすことがよく知られている。このような高温ストレスによる障害は熱帯・亜熱帯地域において低生産性の要因の一つとなっており、今後地球温暖化により深刻化すると考えられている。

いわゆるストレス反応を支える一群のタンパク質であるヒートショックプロテイン（HSP）は、普段は分子シャペロンとしてタンパク質の介添え役を果たしているが、環境変化に対しては抵抗性を誘導する。低分子のスモールヒートショックプロテイン（sHSP）、特に、生殖器官のストレス時における sHSP の役割に関しては、まだほとんど研究は行われていない。ミトコンドリアはエネルギー供給に欠かすことの出来ない細胞内小器官であり、生殖器官における役割も大変重要である。そこで、現在我々は MT-sHSP に関して、生殖器官における発現と、それらが熱ストレス下において果たす機能を解明することにより、高温ストレスによる低生産性の解消を目指している。

〔成果の概要・特徴〕

1. トマト葉の cDNA ライブラリーのスクリーニングにより MT-sHSP の全長 cDNA を得た（LeHSP23.8）。コードされるタンパク質は 210 アミノ酸、推定分子量は 23.8kDa である。
2. LeHSP23.8 遺伝子はトマトの葉において通常の生育温度（25℃）では全く発現が認められず、36℃ 2hr 以上の温度処理で初めて発現が認められる熱誘導性の遺伝子である（図 1）。花では葉よりも低温条件（32℃ 2hr）で発現が誘導される（図 2）。これらの熱誘導性の発現様式は、細胞質型等、他のクラスの sHSP 遺伝子の発現と類似している。
3. 大腸菌（*E. coli*）発現系を用いた組換え MT-sHSP は、酵素 citrate synthase のグアニジン塩酸塩による化学変性からの回復を助け、高温失活を抑制し、また失活した酵素を回復させる効果を持つ（図 3A、B）。

〔成果の活用面・留意点〕

トマト MT-sHSP（LeHSP23.8）は遺伝子導入による耐暑性作物作出のための候補遺伝子の一つとして有望である。

〔具体的データ〕

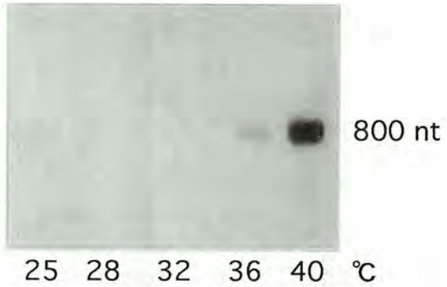


図 1　LeHSP23.8 遺伝子の熱による誘導。
25 ℃で生育したトマトの葉をそれぞれ図に示した温度で 2hr ずつ処理。

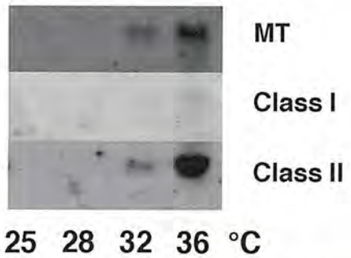
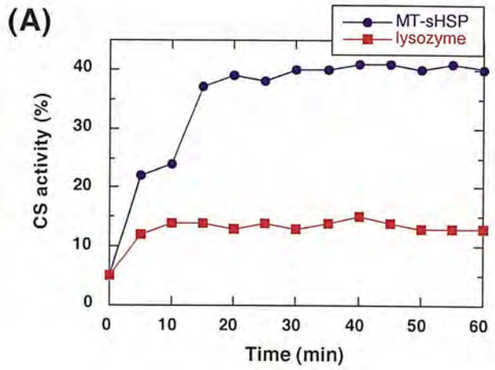


図 2　sHSP 遺伝子のトマト花での発現誘導。
25 ℃で生育したトマトの花をそれぞれ図に示した温度で 2hr ずつ処理。



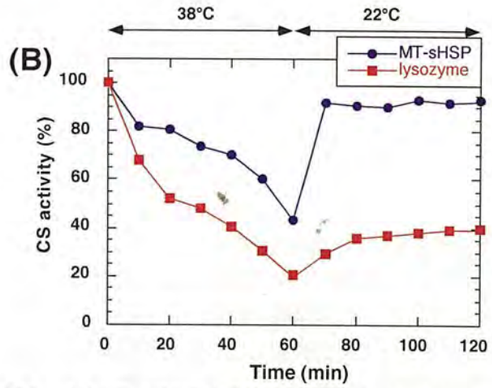


図 3　(A) MT-sHSP の化学的に変性させた citrate synthase に対する効果
(B) MT-sHSP の citrate synthase 熱変性に対する効果。
38 ℃ 60 min 温度処理後 22 ℃処理。
Lysozyme はコントロールタンパク質として用いた。

〔その他〕

研究課題名：作物の高温ストレス適応性向上に関する研究
予 算 区 分：法人プロ〔高温ストレス〕、国際農業〔高温ストレス〕、基礎研究推進事業
研 究 期 間：2001 年度（1998 ～ 2005 年度）
研究担当者：庄野真理子、Jian Liu（Shandong Teachers University）、Ishwar Singh（Indian Institute of Sugarcane）、Jaral Ud Din（Land Resources Research Institute）、三宮一宰（生研機構）、鈴木克己、塚口直史（生研機構）、江川宜伸

発表論文等：

1) 遺伝子情報データベース DDBJ に登録（accession number AB026893）
2) Liu, J. and Shono, M. (1999): Characterization of mitochondria-located small heat shock protein from tomato (*Lycopersicon esculentum*). Plant and Cell Physiology, 40, 1297-1304
3) 特許出願中（特願 2000-286097）

23. サトウキビ初期生育促進のための選抜指標として重要な比葉面積

〔 要約 〕葉面積の拡大が緩慢なサトウキビでは、長期間に及ぶ初期生育が収量を制限しており、比葉面積が小さいことがその原因となっている。比葉面積には遺伝的変異がみられることから、初期生育の速い品種の育成に比葉面積および葉の長さや厚さなどの関連形質を選抜指標として利用できる。

国際農林水産業研究センター・沖縄支所・育種素材開発研究室　連絡先　09808 (2) 2306

推進会議名	国際農林水産業	専門	栽培	対象	工芸作物類	分類	研究

[背景・ねらい]

サトウキビは初期生育が緩慢で畦間が葉身によって覆われるまでに長期間を要し、この間に多くの太陽エネルギーを失っている。このため、個葉の光合成能力が高く、生育旺盛期には高い群落生長速度を示すにも関わらず、栽培期間を通じた群落生長速度は低く、栽培期間に比して低い収量水準に留まっている。そこで、初期生育が緩慢な要因を個体の生長から探り、初期生育期間を短縮する方法について検討した。

[成果の内容・特徴]

1. 生育 45 日後におけるソルガムの乾物重はサトウキビの 5 倍に達する（図 1）。ソルガムの旺盛な生長は全葉面積の迅速な拡大による。乾物あたりの生長速度（相対生長率）は、葉身乾物あたりの葉面積（比葉面積）と正の相関関係にあることから、ソルガムの全葉面積の迅速な拡大は、光合成の速度（純同化率）や乾物に占める葉身の割合が高いためではなく、比葉面積が大きいことによるといえる（図 2）。従って、比葉面積が小さいことがサトウキビの初期生育が緩慢な大きな要因といえる。
2. サトウキビ遺伝資源では、比葉面積は葉長（r=-0.54）、葉厚（r=-0.35）、葉身乾物重（r=-0.55）および葉身乾物率（r=-0.33）と負の相関関係を示し（n=94）、短く薄い葉身で比葉面積が大きい傾向を示す。また、出葉速度は比葉面積と正の相関（r=0.45, n=88）を示すことから、比葉面積の大きな品種では、葉身の迅速な展開によって大きな葉面積の確保が期待できる。
3. 比葉面積には品種間差異がみられ、比葉面積の大きな栽培品種や *Saccharum sinense, Erianthus* 属植物は品種改良に活用できる（図 3）。
4. 初期生育が旺盛なことで知られる栽培品種に比べ、比葉面積の大きな *S. sinense* 種品種の初期生育はさらに旺盛である（図4）。

[成果の活用面・留意点]

1. 比葉面積および関連形質を指標とした育種母材の選定と後代の選抜によって初期生育の旺盛な品種の育成が期待できる。
2. 比葉面積が生育時期や環境要因によって変動することに留意する。
3. 初期生長に有利な葉身形態は、生育後半の群落光合成に不利な場合があることに留意する。

〔具体的データ〕

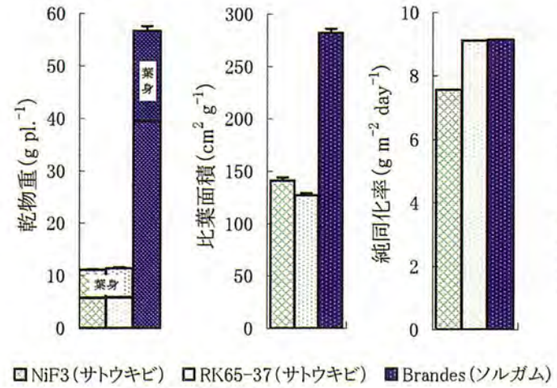


図 1　サトウキビとソルガムの乾物重、比葉面積および純同化率の比較（生育 48 日後）

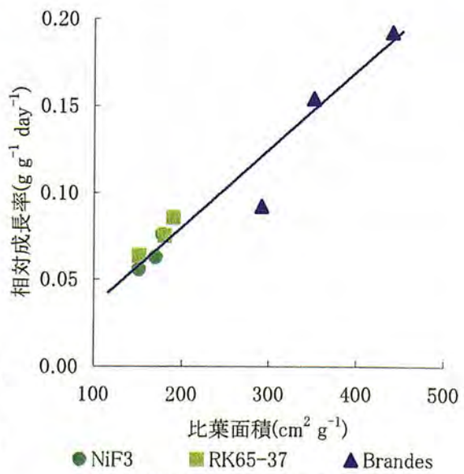


図 2　比葉面積と相対成長率の関係

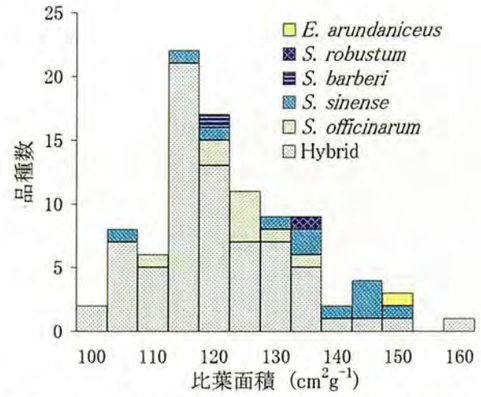


図 3　サトウキビ遺伝資源にみられる比葉面積の変異

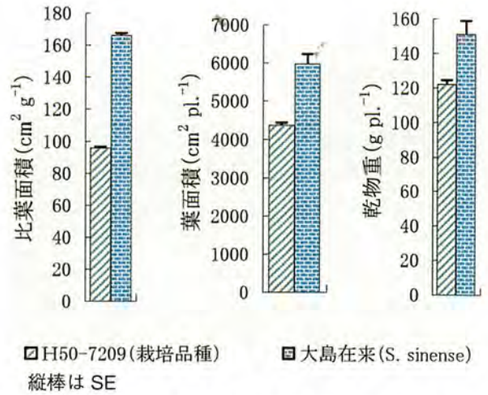


図 4　サトウキビ品種の比葉面積、葉面積および乾物重の比較（生育 84 日後）

[その他]

研究課題名：さとうきびの早期高糖性発現機構の解明、栄養繁殖性熱帯作物遺伝資源の特性評価と長期保存法の確立、サトウキビの効率的な形質転換体作出技術の開発
予 算 区 分：経常・国際農業〔栄養繁殖性作物〕・法人プロ〔キビ特性〕
研 究 期 間：2001 年度（1991 ～ 2001 年度）
研究担当者：寺内方克・松岡誠・中川仁・中野寛
発表論文等：

1）寺内方克・中川仁・松岡誠・中野寛・杉本明（1999）：スイートソルガムとの比較によるサトウキビ初期生長特性の解析 . 日作紀 , 68: 414-418.
2）寺内方克・松岡誠（2000）：サトウキビ初期生長特性改善のための形態形質の解析 . 日作紀 , 69: 286-292.

24. カンキツグリーニング病を媒介するミカンキジラミの分布はゲッキツの分布と一致する

〔 要約 〕カンキツグリーニング病を媒介するミカンキジラミは、ミカン科のゲッキツが分布する奄美大島以南の南西諸島において恒常的に発生しているので、カンキツグリーニング病が未発生のこれらの島々では、本病の侵入に対する警戒が必要である。

国際農林水産業研究センター・沖縄支所・総合防除研究室	連絡先	09808 (2) 2306

推進会議名	国際農林水産業	専門	作物虫害、作物病害	対象	カンキツ類	分類	研究

〔背景・ねらい〕

カンキツグリーニング病は、篩部に局在する細菌様微生物によって引き起こされるアジア・アフリカの熱帯・亜熱帯地域におけるカンキツ類の重要病害で、罹病樹は矮化しやがて枯死する。わが国では 1988 年に西表島で確認されて以来、現在では沖縄県のほぼ全域で確認されている。本病は接木によって伝染するほか、ミカンキジラミ（*Diaphorina citri*）により媒介されることが知られている。ミカンキジラミは南西諸島においては従来、奄美大島、沖縄本島、宮古島、石垣島、西表島から記録されていたが、我が国でカンキツグリーニング病の発生が確認された後には、詳しい分布調査が行われていない。また、ミカンキジラミに寄生する天敵の分布の調査も行われていない。

ここではカンキツグリーニング病の分布拡大を予想したり防除対策を立てる上で重要と思われる媒介昆虫ミカンキジラミとミカンキジラミが最も好む寄主植物であるミカン科のゲッキツの分布の現状について明らかにする。

〔成果の内容・特徴〕

1. ミカンキジラミが最も好む寄主植物のミカン科のゲッキツは、奄美大島以南の南西諸島に分布し、生垣などに好んで利用されているが（図 2）、トカラ列島以北の南西諸島（トカラ宝島、トカラ中之島、屋久島）からは発見されていない（図 1）。
2. ミカンキジラミ（図 3）は、奄美大島以南の南西諸島に分布しているが、トカラ列島以北の南西諸島（トカラ宝島、トカラ中之島、屋久島）では寄主植物であるカンキツ類が栽培されているにもかかわらず発見されていない（図 1）。
3. ミカンキジラミの寄生性天敵であるミカンキジラミヒメコバチ（*Tamarixia radiata*）とミカンキジラミトビコバチ（*Diaphorencyrtus* sp.）は、奄美大島以南の南西諸島のほぼ全域に分布していることから（図 1）、これらの地域では寄主であるミカンキジラミが恒常的に発生していると推察される。

〔成果の活用面・留意点〕

1. 奄美大島以南の南西諸島では、ミカンキジラミが恒常的に発生していると考えられるため、カンキツグリーニング病の侵入に関して注意する必要がある。
2. トカラ列島以北の地域においても、施設栽培のカンキツのように、新梢の発生頻度が高くなる条件では、ミカンキジラミが恒常的に発生する可能性があるので、同様に警戒する必要がある。
3. ゲッキツの分布には、奄美大島以南の地域において、好んで垣根等に利用されるという文化的な背景があるが、少なくともカンキツ園の周辺ではミカンキジラミの発生源となるゲッキツを除去するのが望ましい。

〔具体的データ〕

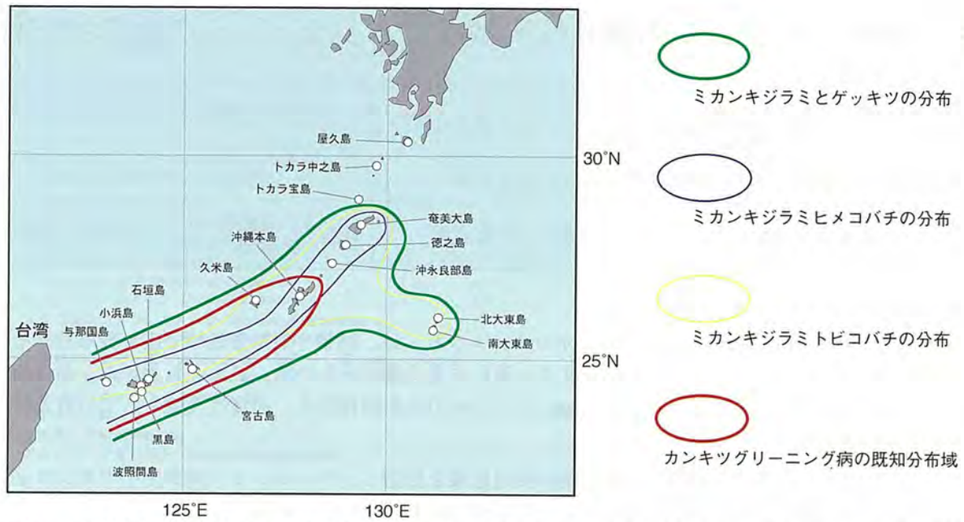


図 1　南西諸島におけるミカンキジラミ、ゲッキツ、ミカンキジラミヒメコバチ、ミカンキジラミトビコバチの分布の現況とカンキツグリーニング病の既知分布域（概念図）．地図中の丸印は、本研究で調査した島．

図 2　生垣として利用されているゲッキツ

図 3　ミカンキジラミ成虫

〔その他〕

研究課題名：ミカンキジラミの防除技術の開発
予 算 区 分：経常・法人プロ〔病害虫〕・技会プロ〔侵入病害虫〕
研 究 期 間：2001 年度（1998 ～ 2001 年度）
研究担当者：河野勝行、中田唯文、高橋敬一、小西和彦（農環研）、安田耕司（農環研）、吉松慎一（農環研）

発表論文等：

1）河野勝行、(2001)：わが国におけるカンキツグリーニング病 —現状と防除に向けての問題点— 、農業および園芸、76（8）, 855-863
2）Kohno K., Takahashi K., Nakata T., and Konishi K.(2002): Occurrence of the Asian citrus psylla and its parasitic natural enemies in the Ryukyu archipelago, Japan. Acta Horticulturae、No. 575:503-508

25. アカホシカメムシの捕食性天敵ベニホシカメムシの生態的特性

〔 要約 〕ベニホシカメムシは、ワタ・オクラなどのアオイ科作物の重要害虫であるアカホシカメムシ類だけを捕食する狭食性の捕食者であり、高い増殖力をもち、短日下でも非休眠であることから、アカホシカメムシ類に対する有力な捕食性天敵として位置付けられる。

国際農林水産業研究センター沖縄支所・総合防除研究室　連絡先　09808 (2) 2306

推進会議名	国際農林水産業	専門	作物虫害	対象	工芸作物、果菜類	分類	研究

〔背景・ねらい〕

ベニホシカメムシ *Antilochus coqueberti*（ホシカメムシ科）は、熱帯・亜熱帯地域で広く分布し、その形態が餌であるアカホシカメムシ（ホシカメムシ科）に良く似ているため、アカホシカメムシと混同され易く、一般にはほとんど認識されていない。また、その生態的特性や、捕食性天敵としての有効性に関する報告が全く無い。

ワタ・オクラなどにおける化学合成殺虫剤の使用低減を目指し、ベニホシカメムシをアカホシカメムシに対する有効な捕食性天敵として位置付け、その生態的特性を明らかにする。

〔成果の内容・特徴〕

1. ベニホシカメムシは野外ではホシカメムシ科アカホシカメムシ属のアカホシカメムシとズグロシロジュウジカメムシだけを捕食し、実験室内ではホシカメムシ科とホソヘリカメムシ科のカメムシを捕食するが、ホシカメムシ科に近縁なオオホシカメムシ科、ナガカメムシ科ならびにホソヘリカメムシ科に近縁なヘリカメムシ科、ヒメヘリカメムシ科のカメムシは捕食しない（表 1）。
2. ベニホシカメムシは 20 ～ 30℃ の 14 時間日長の長日条件で正常に発育し、アカホシカメムシを餌として与えて飼育すると、産卵から羽化までの期間は、20℃ で 87.1 ± 1.4 日、22.5℃ で 62.3 ± 0.4 日、25℃ で 49.3 ± 0.5 日、27.5℃ で 41.9 ± 0.5 日、30℃ で 35.5 ± 0.7 日であり（数値はいずれも平均±標準誤差）、これらから産卵から羽化までの発育零点は 12.8℃、有効積算温度は 606.1 日度と推定される（図 1）。
3. ベニホシカメムシは、25℃、14 時間日長において、羽化後 10 ～ 183 日齢の間に卵塊で産卵し、平均産卵前期間 10.7 ± 0.7 日、平均産卵回数 10.9 ± 5.9 回、平均卵塊サイズ 55.2 ± 15.5 卵、平均寿命 97.2 ± 56.9 日、平均総産卵数 601.7 ± 294.5 卵であり（数値はいずれも平均±標準誤差）、高い増殖力を持つ（図 2）。
4. ベニホシカメムシは、10 時間日長の短日条件でも休眠に入らずに順調に生育し、幼虫期間や産卵前期間は長日条件よりもむしろ短かいので（表 2）、冬季の短日条件でも生物的防除資材としての有効性を期待できる。

〔成果の活用面・留意点〕

1. ベニホシカメムシを有用天敵として大量増殖する場合の飼育条件決定のための基礎資料となる。
2. ベニホシカメムシは、20℃ を下回る温度では飼育困難である。
3. ベニホシカメムシは、未交尾でも無精卵を産下するので、人工飼育する際、交尾が済んだことを確認する必要がある。
4. ベニホシカメムシ各齢期における捕食量に関しては未解明である。

〔具体的データ〕

表 1　ベニホシカメムシの餌としてのカメムシ類の適合性

ベニホシカメムシの餌として供試したカメムシ類（いずれも成虫）	結果
ナガカメムシ上科	
ナガカメムシ科 L yga eidae	
ズグロナガカメムシ *On copelt us nigri ceps*	×
コマダラナガカメムシ *Spil ost eth us hospess*	×
ヒメマダラナガカメムシ *Grapt ost eth us servus*	×
アカナガカメムシ *Thunbergia sanguinaria*	×
ホシカメムシ上科	
オオホシカメムシ科 La rgid ae	
ヒメホシカメムシ *Physop elt a cin c tico llis*	×
オオホシカメムシ *Physop elt a gutt a*	×
ホシカメムシ科 Py rrh oco ridae	
アカホシカメムシ *Dysdercus cingulatus*	○
ヒメアカホシカメムシ *Dysdercus poecilu s*	○
ズグロシロジュウジカメムシ *Dysdercus decussatu s*	○
シロジュウジカメムシ *Dysdercus phil ppinus*	○
ホシカメムシの一種 *Dysdercus* sp.（おそらく *D. mesi o sti gma*）	○
ホシカメムシの一種 *Dysdercus* sp.（おそらく *D. solenis*）	○
ダルマホシカメムシ *A rmat illus* sp.	○
ヘリカメムシ上科	
ヘリカメムシ科 Corei dae	
アカスジヘリカメムシ *Dasynus coccocin ctus*	×
ホソヘリカメムシ科 Alyd idae	
ホソヘリカメムシ *Ript ortus clavatus*	○
ヒロホソヘリカメムシ *Daclera levana*	○
ヒメヘリカメムシ科 Rhopalid ae	
アカヘリカメムシ *Leptocoris augur*	×
フチベニヘリカメムシ *Leptocoris rufom arginatus*	×

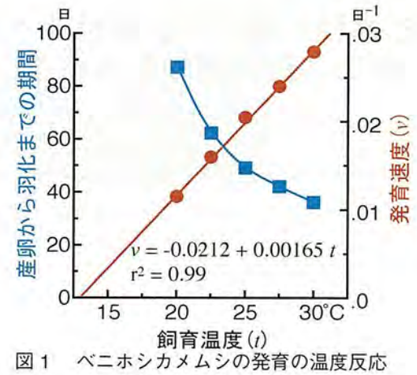


図 1　ベニホシカメムシの発育の温度反応

表 2　ベニホシカメムシの卵・幼虫の発育期間、産卵前期間に対する飼育温度日長の影響

温度	日長	卵十幼虫期間	産卵前期間
22.5℃	14L-10D	62.3±0.4 (n = 22)	
	10L-14D	56.7±0.3 (n = 32)	
25℃	14L-10D	49.3±0.5 (n = 36)	10.7±0.2 (n = 10)
	10L-14D	42.8±0.2 (n = 23)	9.4±0.4 (n = 7)

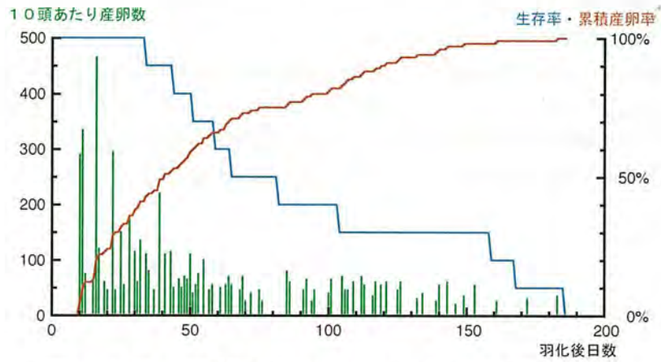


図 2　25 ℃ 14 時間日長におけるベニホシカメムシの産卵特性

〔その他〕

研究課題名：アカホシカメムシの捕食性天敵ベニホシカメムシの生態的特性の解明
予 算 区 分：経常・法人プロ〔病害虫〕
研 究 期 間：2001 年度（1999 ～ 2001 年度）
研究担当者：河野勝行、高橋敬一
発表論文等：

1）河野勝行・高橋敬一・榊原充隆（1999）：ベニホシカメムシ（カメムシ目：ホシカメムシ科）の食性．日本昆虫学会第 59 回大会講演要旨
2）河野勝行（2000）：ベニホシカメムシ（カメムシ目：ホシカメムシ科）の発育と産卵特性．日本昆虫学会第 60 回大会講演要旨
3）Kohno, K., K. Takahashi and M. Sakakibara, New prey-predator association in aposematic pyrrhocorid bugs: *Antilochus coqueberti* as a specialist predator on *Dysdercus* species、Entomological Science、投稿中

26. 水稲の登熟期におけるメタン発生と稲根圏のメタン酸化細菌数には稲品種間差がある

〔 要約 〕亜熱帯水田の稲根圏にはメタン酸化細菌 *Methylosinus* spp. が生息し、稲根圏の菌数は水田からのメタン発生量が多くなる出穂期から登熟期にかけて増加する。水稲の登熟期におけるこの菌数とメタン発生流量とは稲品種間で有意に差がある。

国際農林水産業研究センター・沖縄支所・国際共同研究科	連絡先	09808 (2) 2306

推進会議名	国際農林水産業	専門	土壌	対象	稲類	分類	研究

［背景・ねらい］

メタンは地球温暖化に関わる温室効果ガスの一つで、水田からも発生する。一方、メタン酸化細菌は稲根圏にも生息し、メタンを二酸化炭素に酸化してメタンの発生を抑制する。亜熱帯水田や水稲ポットからのメタンの発生量は稲の出穂期から登熟期にかけて多くなるため、この時期の水稲根圏におけるメタン酸化細菌の菌数およびメタン酸化活性に着目しながら、草型の異なる稲 3 品種間におけるメタン発生の違いについて検討する。

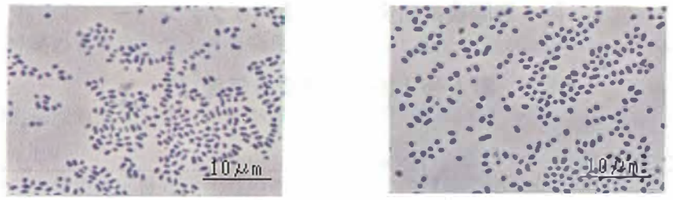
［成果の内容・特徴］

1. 亜熱帯水田（軽埴土・沖積土壌）の稲根圏から *Methylosinus* 属のメタン酸化細菌が分離される（図 1）。
2. 稲根圏のメタン酸化細菌の菌数はメタン発生量の多い出穂期から登熟期にかけて増加し、同じ時期の非根圏土壌のメタン酸化細菌数は減少する（図 2）。
3. 亜熱帯水田土壌を用いたポット試験では、草型の異なる稲 3 品種（チヨニシキ：日本型、IR72：インド型、IR65598（New Plant Type）：トロピカルジャポニカ型）の中で、メタン発生量の多い登熟期におけるメタン発生流量、根のメタン酸化活性とメタン酸化細菌数を比較すると、根のメタン酸化活性が高くメタン酸化細菌数も多い IR65598 では、メタン発生流量が最も低い（表 1）。

［成果の活用面・留意点］

1. 稲品種間のメタン発生流量の違いを、亜熱帯水田圃場で確認する必要がある。
2. 選定品種が実際に現地に受け入れられるためには、食味についても配慮する必要がある。

〔具体的データ〕



Methylosinus sp. R16株　　*Methylosinus* sp. R18株

図 1　稲根圏より分離したメタン酸化細菌 *Methylosinus* spp.（bar の長さは 10 μm を示す。）

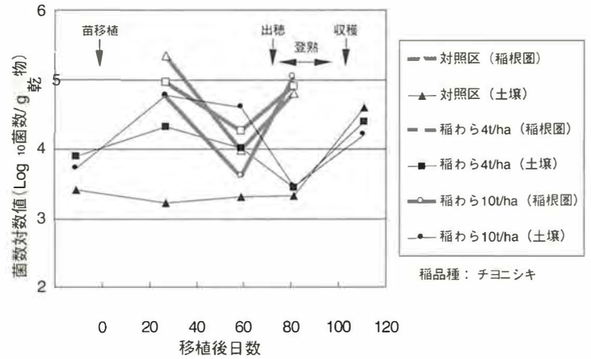


図 2　稲栽培期間中の稲根圏と非根圏土壌のメタン酸化細菌数の変動（亜熱帯水田圃場）

表 1　登熟期における稲 3 品種のメタン発生流量、根のメタン酸化活性、根のメタン酸化細菌数、並びに、根乾物重（ポット試験、1 株 pot^{-1}）

稲品種	メタン発生流量 (mg pot^{-1} h^{-1})	根のメタン酸化活性 (CH_4 oxidized μg g^{-1} root d^{-1})	根のメタン酸化細菌数 (No. g^{-1} dry root)	根乾物重 (g $plant^{-1}$)
チヨニシキ	1.78±0.52a	13.9±2.5a	4.2×10^{6}b	2.23±0.43b
IR72	2.25 ±0.46a	11.1±3.4b	4.5×10^{6}b	3.63±0.54a
IR65598	0.66±0.25b	16.0±3.7a	6.5×10^{7}a	3.06±0.84ab

数値は平均値±標準偏差。共通の文字の付いた数値の間には有意差なし。1/5000a ワグネルポット使用。

［その他］

研 究 課 題：熱帯・亜熱帯地域特有の植物・微生物による効率的環境管理技術の開発
予 算 区 分：国際農業〔効率的環境管理〕
研 究 期 間：2001 年度（1992 ～ 1999 年度）
研究担当者：安達克樹、中村乾、B. Wang、D. Dianou、B.M. Espiritu、G. Oyediran、W. Chaitep、仙北俊弘
発表論文等：

1）Espiritu, B.M. et al.(1997): Effect of application of rice straw and cellulose on methane emission and biological nitrogen fixation in a subtropical paddy field. III. Populations of methane-oxidizing bacteria in soil and rice rhizosphere. Soil Sci. Plant Nutr. 43(3): 729-734.

2）Dianou, D. and Adachi, K.(1999): Characterization of methanotrophic bacteria isolated from a subtropical paddy field. FEMS Microbiol. Lett. 173(1): 163-173.

3）Wang, B. and Adachi, K.(2000): Differences among rice cultivars in root exudation, methane oxidation, and populations of methanogenic and methanotrophic bacteria in relation to methane emission. Nutr. Cycling Agroecosys. 58(1/3): 349-356.

4）Adachi, K.(2001): (Minireview) Methanogenic archaea and methanotrophic bacteria in a subtropical paddy field and their interaction: Controlling methane emissions from paddy fields. Microb. Environ. 16(4): 197-205.